COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 23 MAI 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Kummer*, l'un de ses Associés étrangers, décédé à Berlin, le 14 mai dernier.

Notice sur les travaux de M. Kummer,
par M. **Hermite**.

« La vie scientifique de l'illustre géomètre a été remplie par des travaux qui laisseront dans la Science une trace impérissable.

» En Analyse, on lui doit des recherches approfondies sur la série hy-

pergéométrique, les intégrales définies, la fonction eulérienne et l'évaluation numérique des séries lentement convergentes.

» En Géométrie, M. Kummer a le premier considéré une surface de quatrième ordre extrêmement intéressante à laquelle son nom est attaché et qui a été le sujet de nombreux et importants travaux.

» En Algèbre, il a obtenu, sous la forme d'une somme de sept carrés, le discriminant de l'équation du troisième degré qui donne les axes principaux des surfaces du second ordre. Ce résultat, on ne peut plus remarquable, a été le point de départ du célèbre Mémoire de Borchardt sur l'équation analogue et plus générale dont dépendent les inégalités séculaires du mouvement des planètes.

» D'autres écrits concernent la théorie des systèmes de rayons rectilignes et la réfraction atmosphérique, mais c'est l'Arithmétique supérieure qui a la part la plus grande dans l'œuvre mathématique de notre Confrère.

» Les Mémoires sur les nombres complexes formés avec les racines de l'unité, la notion originale et profonde des facteurs idéaux, celle des classes non équivalentes, la détermination du nombre de ces classes par une extension des méthodes de Dirichlet, la découverte éclatante de la démonstration du théorème de Fermat pour tous les exposants premiers qui ont une certaine relation avec les nombres de Bernoulli, ont été accueillis par une admiration unanime. Ces recherches se placent avec celles de Dirichlet au premier rang, par leur importance et leur fécondité, dans la Science arithmétique de notre époque. L'Académie les a récompensées par le Grand Prix des Sciences Mathématiques; peu d'années après, M. Kummer devenait Correspondant dans la Section de Géométrie; il a été élu Associé étranger en 1868.

» La perte de l'illustre géomètre sera vivement ressentie dans tout le monde mathématique, et la sympathie de l'Académie se joindra aux regrets de ses amis et des admirateurs de ses travaux. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Gasparin*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, décédé le 9 mai dernier.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie cinétique des gaz.* Note de M. H. Poincaré.

« J'ai, dans une Communication précédente, exposé les défauts du raisonnement par lequel Maxwell cherche à établir la loi de la détente adiabatique; mais je n'ai pas expliqué quelles modifications il faut y apporter pour le rendre correct.

Reprenons l'équation (75) de Maxwell

$$N\frac{\partial\overline{Q}}{\partial t}+\frac{d}{dx}(\overline{\xi Q}N)+\frac{d}{dy}(\overline{\eta Q}N)+\frac{d}{dz}(\overline{\zeta Q}N)=N\frac{\delta Q}{\delta t}.$$

» Nous avons vu qu'on pouvait faire, dans cette équation,

$$Q=\frac{M}{2}[(u+\xi)^2+(v+\eta)^2+(w+\zeta)^2]=\varphi,$$

mais qu'on ne pouvait pas y faire

$$Q=(\beta-1)\frac{M}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2).$$

» En revanche appelons H l'énergie de vibration d'une molécule, c'est-à-dire la force vive due au moment relatif de ses atomes par rapport à son centre de gravité, augmentée de l'énergie potentielle due aux attractions mutuelles de ces atomes.

» Bien que la valeur *moyenne* de H soit égale à

$$(\beta-1)\frac{M}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2),$$

nous aurons le droit de faire $Q=H$; et, en effet, quand une molécule passe d'un élément de volume $d\tau$ dans un élément contigu $d\tau'$ en traversant l'élément de surface $d\omega$ qui les sépare, ainsi que je l'ai expliqué dans ma dernière Communication, la valeur de

$$(\beta-1)\frac{M}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)$$

change, mais celle de H ne changera pas.

» Rien ne s'oppose donc à ce que l'équation (75) s'applique à H ou à

$$\varphi+H.$$

» Si les lois du choc appliquées par Maxwell dans le Mémoire cité étaient rigoureusement exactes, on devrait avoir

$$\delta\varphi = \delta H = 0.$$

» Il en résulterait que, dans la détente adiabatique, la valeur moyenne de H ne demeurerait pas égale à

$$(\beta - 1)\frac{M}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)$$

et que la détente adiabatique suivrait une loi différente de la loi expérimentale.

» Mais nous pouvons supposer, ce qui est plus conforme à la pensée de Maxwell, que ces lois ne sont qu'approximatives; alors $\delta\varphi$ n'est pas rigoureusement nul; cette quantité est seulement beaucoup plus petite que ne le serait, par exemple,

$$\delta\frac{M}{2}(u + \xi)^2.$$

» Ce qui est rigoureusement vrai c'est que

$$\delta(\varphi + H) = 0.$$

» On en conclut, en faisant $Q = \varphi + H$ dans l'équation (75),

$$N\frac{\partial(\varphi + H)}{\partial t} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\xi N}}{dx} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\eta N}}{dy} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\zeta N}}{dz} = 0.$$

» Cette équation conduirait à la véritable loi adiabatique des gaz si l'on admet, conformément au principe de Boltzmann-Maxwell, que l'effet des chocs est de faire osciller H autour de

$$(\beta - 1)\frac{M}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2). \text{ »}$$

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note de* M. **Berthelot**, *accompagnant la présentation de son Ouvrage* « *Sur la Chimie au moyen âge* ».

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel Ouvrage que je viens de publier, sous le titre suivant : *Histoire des Sciences : La Chimie au moyen âge* [3 vol. in-4° ([1])].

([1]) Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Imprimerie nationale; chez Leroux.

» L'histoire de la Chimie est des plus intéressantes pour l'étude du développement de l'esprit scientifique : en effet, c'est par cette voie surtout que la méthode expérimentale a été introduite. La connaissance des méthodes et des idées des chimistes, dans le cours des siècles, constitue une véritable philosophie naturaliste, connexe avec la philosophie rationnelle et religieuse de leurs contemporains; mais la plupart des documents positifs et originaux qui la concernent, avant le XIV[e] siècle, sont demeurés jusqu'ici ignorés des historiens de la Science, parce qu'ils étaient contenus dans des manuscrits dont personne n'avait osé entreprendre la publication et l'interprétation. C'est cette œuvre que j'ai poursuivie depuis dix années, en remontant jusqu'aux origines authentiques de l'Alchimie, c'est-à-dire jusqu'au *Papyrus de Leyde*, que j'ai traduit et commenté, et jusqu'à la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, que j'ai publiée, texte et traduction, avec le précieux concours de M. Ch.-Em. Ruelle.

» L'Ouvrage actuel forme la suite de cette publication : il concerne d'abord l'*Alchimie latine jusqu'au* XIV[e] *siècle*, étudiée dans mon *premier Volume*, sous le double rapport de la transmission directe des doctrines et pratiques chimiques dans l'Occident, et de l'intervention des traductions arabes et latines, à partir du XIV[e] siècle.

» L'*Alchimie syriaque*, qui a joué le rôle d'intermédiaire entre les auteurs grecs et les auteurs arabes, forme la matière d'un *second Volume*, composé entièrement de matériaux inédits et même inconnus jusqu'ici, que je publie aujourd'hui, texte et traduction, avec la collaboration d'un savant très autorisé, M. Rubens Duval, Membre de la Société asiatique.

» Ce volume est constitué, en majeure partie, par la traduction syriaque de textes grecs, congénères de la Collection des Alchimistes grecs, et en particulier par un grand ouvrage de Zosime perdu dans sa langue originale.

» Le *troisième Volume* est consacré à l'*Alchimie arabe*, qui peut être également regardée comme à peu près inconnue sous sa forme authentique, les textes essentiels de cette Alchimie dans leur langue originale, ceux de Djâber (le Geber latin) en particulier, n'ayant été jusqu'ici ni imprimés, ni traduits. Je les ai tirés des manuscrits de Paris et de Leyde, et je les publie avec la collaboration de M. Houdas, professeur à l'École des Langues orientales vivantes. Cette publication me paraît de nature à modifier profondément les opinions reçues sur la science chimique des Arabes. En effet, la comparaison des textes arabes actuels avec les textes latins prétendus traduits de l'arabe, en ce qui touche les œuvres de Geber

en particulier, montre que les ouvrages latins attribués à ce dernier sont entièrement apocryphes, ayant été fabriqués en Occident du XIIIe au XVIe siècle : cette fabrication a faussé toute l'histoire de la Science, en faisant attribuer jusqu'ici aux Arabes des découvertes dont on ne trouve aucune trace dans leurs écrits authentiques. Ceux-ci, en Chimie comme dans les autres Sciences, ne contiennent guère autre chose que les faits déjà rapportés par les Grecs.

» Je demande la permission d'entrer dans quelques détails plus circonstanciés sur le contenu des trois Volumes que j'offre à l'Académie.

» Le Tome Ier a pour titre spécial : *Essai sur la transmission de la Science antique au moyen âge; doctrines et pratiques chimiques*. J'y expose par quels intermédiaires la Chimie grecque a passé aux Occidentaux. La formation de l'Alchimie latine s'est opérée par deux voies différentes, dont une seule avait été signalée jusqu'à présent.

» J'ai examiné avec soin les traités des Arabes, héritiers de la science grecque, et dont les écrits ont été traduits en latin du XIIe au XIVe siècle; j'ai soumis ces traductions à un nouvel examen, en m'attachant à la fois aux collections imprimées du XVIe au XVIIIe siècle (*Theatrum chemicum, Bibliotheca chemica*, etc.) et aux Manuscrits inédits de la Bibliothèque nationale de Paris, lesquels fournissent des textes de date authentique, et non remaniés à diverses reprises pendant trois siècles, comme l'ont été trop souvent les œuvres imprimées.

» J'y ai retrouvé d'abord la trace des Grecs, représentée par des fragments souvent très étendus de textes grecs connus, qui ont traversé successivement deux traductions, l'une en arabe, l'autre en latin. Pour en mieux fixer l'époque et l'authenticité, j'ai comparé le contenu de ces traductions arabico-latines avec les écrits de date certaine publiés par Vincent de Beauvais et par Albert le Grand.

» Mais j'ai reconnu que les faits connus en Occident vers la fin du XIIIe siècle ont été transmis en majeure partie par une voie plus directe, quoique jusqu'ici inaperçue, et dont la découverte constitue l'une des parties les plus neuves de mon Ouvrage. En effet, les procédés et même les idées des alchimistes anciens avaient passé des Grecs aux Latins, dès le temps de l'empire romain, et ils s'étaient conservés, jusqu'à un certain point, à travers les âges de barbarie, par les traditions techniques des arts et métiers, traditions demeurées à peu près ignorées des historiens de la Chimie.

» C'est ce que j'établis par l'examen détaillé des Traités intitulés :

Compositiones et *Mappœ clavicula,* demeurés jusqu'ici en dehors de tous commentaires, et dont les manuscrits remontent aux VIIIe et Xe siècles, c'est-à-dire à une époque antérieure aux Arabes. Parmi les recettes exposées dans ces Traités, un certain nombre sont traduites littéralement des articles grecs du Papyrus de Leyde, découvert en Égypte au XIXe siècle, et de ceux des alchimistes grecs, que j'ai fait imprimer pour la première fois. Cette identité des recettes tirées d'Ouvrages aussi différents prouve qu'il existait, dès le temps de l'Empire romain, des cahiers d'arts et métiers, transmis de main en main par les orfèvres, métallurgistes, céramistes, etc., et qui se sont conservés dans les ateliers en Italie et en Gaule. C'est donc là l'une des sources fondamentales de la Chimie du moyen âge. J'ai terminé cette partie en retraçant le tableau réel des connaissances chimiques vers l'an 1300, et en y joignant la reproduction exacte des figures des appareils de cette époque dessinés dans les manuscrits contemporains.

» J'ai également publié dans ce Volume, d'après les manuscrits, le *Liber sacerdotum*, ouvrage technique inédit, et j'ai donné une nouvelle édition du célèbre *Liber ignium* de Marcus Græcus, d'après les manuscrits de Paris et de Munich, avec traduction et commentaires.

» Venons au Tome II, consacré à l'*Alchimie syriaque*. Il embrasse un sujet complètement nouveau. On sait que les Arabes n'ont pas connu les auteurs grecs directement, mais par l'intermédiaire des Syriens, qui avaient les premiers traduit les philosophes et les savants grecs dans une langue orientale. Les Sciences naturelles furent surtout étudiées aux IXe et Xe siècles, dans la célèbre École des Médecins syriens de Bagdad, attirés et protégés par les califes, leurs clients. Nous avons eu la bonne fortune de rencontrer au British Museum et à la Bibliothèque de l'Université de Cambridge des manuscrits alchimiques syriaques de cette époque. Ils reproduisent les signes et symboles des Grecs, à peu près sans changement, l'indication des figures des appareils, que j'ai fait reproduire, enfin, et surtout une suite de traités, traduits du grec, et portant entre autres les noms de Démocrite et de Zosime. Ils complètent, à cet égard, la Collection des Alchimistes grecs. Une partie considérable de l'œuvre de Zosime, aujourd'hui perdue en grec, se retrouve dans le texte syriaque : elle caractérise plus nettement encore ce personnage, demi-savant, demi-mystique, exposant des procédés techniques, suivis en Égypte, des descriptions minéralogiques, analogues à celles de Dioscoride. On y trouve, entre autres, la mention des voyages de l'auteur dans l'Archipel et à Chypre, et l'indication des livres

de falsification du temps, à l'usage des fabricants de drogues, des marchands de vin, d'huile et des autres arts (on voit que ce n'est pas là une chose moderne). En même temps, sont exposées des légendes singulières sur les anges séducteurs, qui ont enseigné les arts aux hommes, sur le livre *Chema,* sur une source d'étain liquide, en Occident, à laquelle on offrait une vierge, sur les miroirs d'électrum découverts par Alexandre et sur les talismans d'Aristote et de Salomon.

» Des fragments mystiques et magiques, un morceau contemporain de la lutte de l'hellénisme contre le christianisme, et des récits qui semblent empruntés aux contes de l'ancienne Égypte, se lisent à la fin des manuscrits de Cambridge : ils offriront sans doute quelque intérêt aux historiens.

» Mais il convient de nous attacher davantage à la seconde partie du manuscrit du British Museum, formée par un traité arabe, écrit en caractères syriaques, postérieur aux précédents, et qui semble contemporain des croisades. C'est une compilation, essentiellement pratique, d'articles de Chimie et de Minéralogie, congénère de certaines traductions latines, tels que le Traité de Bubacar (inédit). Elle constitue une véritable transition entre les ouvrages traduits du grec et les Traités arabes proprement dits. J'y signalerai un petit Traité de l'art du verrier, analogue à ceux d'Eraclius et de Théophile, des recettes de flèches incendiaires, pétards et artifices, similaires de Marcus Græcus, etc.

» C'est un devoir pour moi de déclarer ici comment, ayant été conduit à reconnaître l'existence de ces textes syriaques, d'après de courts fragments, j'ai eu recours à un savant spécial et d'autorité reconnue en ces matières, M. Rubens Duval, membre de la Société asiatique, qui a eu l'obligeance de faire copier, de collationner, de traduire lui-même littéralement les manuscrits et d'en publier le texte. J'ai revisé ces traductions, de façon à leur donner, autant que j'ai pu le faire, un sens intelligible au point de vue chimique et corrélatif avec la tradition des Alchimistes grecs. J'y ai joint une Introduction, relative à l'histoire de l'Alchimie syriaque et à l'analyse des Traités qui suivent.

» Un nouvel échelon dans l'histoire de la transmission de la Chimie antique étant ainsi posé, je me suis préoccupé du suivant, c'est-à-dire de l'*Alchimie arabe* proprement dite, renfermée dans le tome troisième.

» Aucun texte alchimique arabe n'ayant été jusqu'ici publié dans sa langue, la véritable science alchimique des Arabes doit être réputée à peu près inconnue. Pour la connaître, il fallait remonter aux manuscrits, tels

qu'ils existent, particulièrement dans les bibliothèques de Paris et de Leyde. Pour cette publication, je me suis adressé à M. Houdas, professeur à l'École des langues orientales vivantes, qui a bien voulu présider à l'impression des textes : j'ai opéré sur sa traduction le même travail de revision technique que sur la traduction des écrits syriaques. En tête, j'ai donné une introduction historique, complétée par la traduction des passages du Kitab-al-Fihrist relatifs aux auteurs alchimiques. Puis viennent le traité de Cratès avec figures, qui semble traduit du grec, ceux d'El-Habib et d'Ostanès (pseudo); enfin les œuvres arabes véritables de Geber (Djàber), publiées pour la première fois et qui donneront une connaissance exacte des idées de ce célèbre auteur, médecin, chimiste et philosophe, mais appartenant à une époque de décadence, et dont la rectitude d'esprit ne répond pas à l'étendue du domaine intellectuel qu'il a essayé d'embrasser. Insistons sur ce résultat inattendu que ses œuvres arabes n'ont pour ainsi dire rien de commun avec les ouvrages latins apocryphes qui portent son nom.

» L'ensemble des trois présents Volumes complète l'histoire des Origines de l'Alchimie et la mène jusqu'au XIVe siècle, c'est-à-dire jusqu'à une époque où cette histoire commence à être suffisamment connue et facile à établir, d'après les publications imprimées des alchimistes latins. Je regarde dès lors comme accomplie la tâche que je m'étais proposée en entreprenant cette longue et difficile étude, dont j'ai renouvelé les sources et l'interprétation en en plaçant les textes authentiques entre les mains de tous les savants. »

CHIMIE. — *Sur quelques phosphates naturels rares ou nouveaux : brushite, minervite;* par M. **Armand Gautier**.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai dit que la couche de phosphates concrétionnés qui remplit les parties déclives des galeries de la grotte de Minerve constitue un type nouveau de phosphorites où l'acide phosphorique est uni à la fois à la chaux et à l'alumine. Ce remarquable gisement fournit, en outre, séparément, le phosphate bibasique de chaux naturel ou *brushite*, et un phosphate d'alumine nouveau, l'un et l'autre cristallisés.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1022.

» *Brushite*. — La brushite $PO^4CaH, 2H^2O$ n'a été rencontrée jusqu'ici que dans un guano rocheux des Antilles. Nous l'avons recueillie sur le sol de certaines galeries de Minerve (*Galerie des tribunes, Tête de cheval*) où elle se présente sous forme d'une matière pulvérulente, blanche ou chamois clair, farineuse, et aussi en gros blocs friables au centre desquels on trouve généralement un noyau de la roche nummulitique encore incomplètement transformée en cette substance. Quelquefois la brushite s'attache aux murs des galeries sous forme de croûtes cristallines provenant évidemment d'une lente corrosion du calcaire par une substance que l'eau a dû dissoudre, comme en témoigne l'horizontalité du niveau de cette corrosion marquée sur les parois. Cette farine est presque entièrement formée de minces lamelles triangulaires, le plus souvent tronquées, mais à arêtes vives, où se reproduit fréquemment l'angle de 38°, bien plus rarement celui de 110°. A côté de ces lamelles, on aperçoit au microscope quelques aiguilles assez rares.

» Traitée par un acide minéral, la brushite se dissout en dégageant de rares bulles d'acide carbonique et laissant un faible résidu argileux et organique. Mise à digérer avec le citrate d'ammoniaque ammoniacal, elle laisse un peu moins de 1 pour 100 de parties insolubles.

» Cette poudre cristalline présente la composition suivante :

	I.	II.	III.
	Laissée à l'air sec depuis 18 mois.		Extraite récemment de la carrière.
Eau perdue à 160°	21,53	21,92	19,17
Eau perdue de 160° au rouge			7,88
P^2O^5	41,41	40,58	40,05
CaO	34,04	33,42	30,70
MgO	trace	trace	trace
Al^2O^3	1,70	2,10	1,94
SO^3	trace	trace	trace
CO^2	1,35	1,20	trace
Silice, argile	0,15	0,76	0,01
Fer, nitrates	trace	trace	trace
	100,18	99,98	99,75

il n'y a ni chlore, ni fluor.

» Laissant de côté l'*analyse* III, qui répond à une matière imparfaitement séchée à l'air, si, dans les *analyses* I et II, on déduit la petite partie de la chaux correspondant à l'acide carbonique obtenu, et si l'on met de côté la faible proportion d'alumine qui s'y trouve à l'état d'hydrate ou d'argile, il

reste les quantités suivantes de chaux, d'acide phosphorique et d'eau, calculées pour 100 parties :

	Analyse I.	Analyse II.
P^2O^5	43,15	42,85
CaO	34,16	33,99
H^2O	22,57	23,15

» Moore et A. Julien, qui ont découvert la brushite dans les gisements de guanos rocheux des îles Avas et Sombrero [1], lui ont trouvé une composition répondant, suivant les cas, aux deux formules

$PO^4CaH, 2H^2O$ .... *Brushite*
$(PO^4CaH)^2, 3H^2O$ .... *Métabrushite*

soit que ces substances diffèrent réellement par leur proportion d'eau, soit que l'état de dessiccation de la première, au moment de l'analyse, ait été incomplet. La formule $(PO^4CaH)^2 3H^2O$ répond bien à nos analyses; elle demande, pour 100 parties :

	Calcul théorique.	Trouvé.
P^2O^5	43,55	43,00
CaO	34,36	34,08
H^2O	22,09	23,36

» La description que fait Dana de la métabrushite : *cristaux imparfaits, en lamelles présentant fréquemment l'angle de* 38°, *cassants, de couleur pâle ou incolore, translucides*, répond exactement à la brushite de Minerve.

» *Minervite.* — En pratiquant dans le sol une tranchée suivant l'axe de la galerie principale de la grotte, et non loin de l'entrée, on a traversé, à une profondeur de $3^m,50$, une veine de $0^m,15$ d'épaisseur environ, formée d'une substance remarquable par sa blancheur de lait et sa consistance pâteuse. Sous l'influence de la pression qu'elle supporte de tous côtés, sauf sur le front de taille, elle s'écoule lentement et s'épaissit très vite à l'air. Elle se concrétionne ainsi en une matière blanche happant à la langue, semblable à du kaolin.

» Examinée au microscope, après avoir été longtemps abandonnée à l'air, cette substance paraît formée de grains cristallins ténus, de prismes rhomboïdaux et de lamelles en hexagones réguliers ou en triangles équilatéraux dont les extrémités angulaires sont régulièrement tronquées. Cet

---

[1] *Americ. J. Sc.*, t. XL, p. 369 et 371.

aspect rappelle celui de l'*hydrargylite* $Al(OH)^3$, qui persiste peut-être dans cette matière en petite proportion.

» En fait, si la masse est tout entière obscurément, mais certainement, cristalline, les cristaux bien nets sont rares, et à côté d'eux apparaissent des granulations amorphes dues à une petite proportion d'argile qui salit la substance.

» Voici l'analyse de deux échantillons de ce phosphate, après qu'il a perdu son humidité par une très longue exposition à l'air :

	I.	II.
Eau perdue jusqu'à 180°	21,40	22,74
Eau perdue de 180° au rouge (avec un peu de matière azotée)	7,89	5,92
Sable quartzeux	0,36	7,38
Argile	11,14	
Phosphate d'alumine $(PO^4)^2Al^2$	52,35	57,30
Excès d'alumine soluble dans les acides minéraux	4,71	3,10
Phosphate ferrique $(PO^4)^2Fe^2$	0,24	0,41
Phosphate de magnésie $(PO^4)^2Mg^3$	trace	1,17
Fluorure de calcium	2,00	2,29
Chlore, SO^3	trace	trace
	100,09	100,31 (¹)

» Grâce à son extrême plasticité lorsqu'elle est humide, cette matière se mélange à l'argile et au sable au milieu desquels elle coule ; on peut l'en débarrasser mécaniquement, mais pas complètement, et ses veinules ocracées se distinguent au milieu de la matière blanche. Si l'on fait abstraction de cette argile, on voit que cette substance est formée d'un phosphate

(¹) M. A. Carnot, à qui je parlai de ces phosphates d'alumine, a bien voulu me dire qu'en 1882, on lui avait apporté d'une île de la Guyane une matière concrétionnée rougeâtre qui lui a donné à l'analyse :

Eau (et fluor)	24,00			
Argile	2,00			
Acide phosphorique	34,88	répondant à	$(PO^4)^2Al^2$	59,93
Alumine	28,60		Al^2O^3 en excès	3,55
Chaux	0,80			
Magnésie	0,15			
Peroxyde de fer	9,00			

Sauf la présence d'un peu de peroxyde de fer qui constitue une impureté, cette substance est bien comme la nôtre un phosphate d'aluminium hydraté légèrement basique. Son analyse est ici publiée pour la première fois.

d'alumine hydraté, microcristallin, à peine mêlé d'une trace d'autres phosphates. La chaux n'y existe que dans la proportion juste suffisante pour saturer le fluor ([1]). Ce fluorure $CaFl^2$ accompagne le phosphate d'alumine, comme il accompagne le phosphate tribasique de chaux naturel, mais dans une moindre proportion : 3,81 à 4 de $CaFl^2$ pour 100 de phosphate d'alumine normal.

» Si, après un long séjour à l'air, on calcule la quantité d'eau qui reste dans cette substance, on trouve qu'elle répond à l'hydrate $(PO^4)^2Al^2, 7H^2O$, qui, pour 100 parties de phosphate d'alumine anhydre, veut 51,6 parties d'eau. Nous en avons trouvé 52,8, chiffre exact si l'on tient compte d'environ 1 pour 100 de matière organique qui vient augmenter un peu le chiffre de l'eau perdue au rouge.

» On verra que ce minéral résulte, en effet, de l'action des matières organiques en décomposition sur une couche adjacente d'argile ou d'hydrargylite. L'analyse révèle déjà cette origine : 100 parties de phosphate nous ont donné $0^{gr},369$ d'azote ammoniacal. Il y est contenu à l'état de composés amidés, que les carbonates alcalins ne décomposent pas, mais dont les lessives alcalines dégagent de l'ammoniaque en colorant la matière en orange.

» Quoique, à l'exception de la turquoise et de la wavellite, les phosphates d'alumine soient à peine connus, on a distingué un certain nombre d'espèces minérales rares où l'acide phosphorique est uni à l'alumine avec ou sans excès de base. Ce sont les suivantes ([2]) :

La *Variscite*..................	$P^2O^5.Al^2O^3, 4H^2O$
La *Callaïnite*..................	$P^2O^5.Al^2O^3, 5H^2O$
La *Gibbsite* ou *Zépharowichite*..	$P^2O^3.Al^2O^3, 8H^2O$
La *Wavellite*..................	$(P^2O^5.Al^2O^3)^2.Al^2O^3, 12H^2O$ ([3])
La *Fischérite*..................	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 8H^2O$
La *Péganite*..................	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 6H^2O$
L'*Évansite*..................	$(P^2O^5.Al^2O^3).2Al^2O^3, 18H^2O$
La *Turquoise*..................	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 5H^2O$

([1]) Dans l'*analyse I*, on a trouvé : fluor = 0,94, CaO = 1,35. Il eût fallu 1,38 de chaux pour correspondre à la quantité de fluor ci-dessus. Dans l'*analyse II*, on a trouvé : fluor = 0,98 et CaO = 1,16, nombres aussi très rapprochés de la théorie.

([2]) D'après Dana, 8e édition anglaise. New-York, 1892.

([3]) La wavellite contient, depuis des traces, jusqu'à 2,27 de fluor pour 100 parties, d'après Rammelsberg.

» De ces minéraux, la variscite et la wavellite forment des concrétions compactes, cristallines, dans quelques filons quartzeux des terrains anciens; la callaïnite, la gibbsite, la fischérite, la péganite et l'évansite sont aussi en concrétions obscurément cristallines, déposées par les eaux minérales. Quant à la turquoise, il convient de distinguer entre l'*orientale*, ou de *vieille roche*, qui contient 1 à 7,5 pour 100 d'oxyde de cuivre et remplit les brèches d'un porphyre trachytique ou d'une limonite (Perse et Turkestan) et la turquoise de *nouvelle roche* dite encore *occidentale*, que l'on trouve aussi en Perse, où depuis des siècles elle est exploitée pour la joaillerie après avoir été chauffée dans des fours spéciaux qui avivent son coloris. Cette fausse turquoise a été signalée depuis longtemps par Réaumur ([1]) aux environs d'Auch et de Castres, et on l'a trouvée depuis en Silésie, en Saxe, en Californie. Celle-ci, qui ne diffère pas sensiblement de composition de la précédente, peut contenir ou non du cuivre, mais elle est généralement colorée en vert par du phosphate ferreux ou viviannite. Tantôt elle a été déposée par les eaux minérales, tantôt elle provient d'une modification lente de phosphates d'origine animale, tels que dents, os, ivoire, qui souvent ont conservé leur forme qu'on ne saurait méconnaître. On donne alors à la substance le nom d'*ostéolite*.

» Le phosphate d'alumine trouvé par nous dans la grotte de Minerve est aussi d'origine animale comme nous le démontrerons. Comme la turquoise de nouvelle roche, on y trouve toujours un peu de matière organique azotée; comme elle, il contient un léger excès d'alumine sur le phosphate normal $P^2O^5.Al^2O^3$; il est fluoré comme l'ostéolite; comme elle, il est hydraté. Sa composition $P^2O^5.Al^2O^3, 7H^2O$ le rapproche singulièrement de la callaïnite et surtout de la gibbsite $P^2O^5.Al^2O^3, 8H^2O$, substance où la quantité d'alumine varie suivant les échantillons et qui a même pu être confondue avec l'hydrargylite pure ou presque pure $Al^2O^3, 3H^2O$ qui ne contient plus, ou ne contient qu'une trace d'acide phosphorique ([2]).

» Le phosphate d'alumine naturel de Minerve, micro-cristallin comme la plupart de ces substances, soluble dans les acides minéraux étendus, dans la lessive de potasse faible, et dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, sauf un faible résidu argileux, doit être rangé à côté des espèces

---

([1]) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, année MDCCXV; p. 174.

([2]) On rappellera que la bauxite $Al^2O^3, 2H^2O$ contient souvent aussi une quantité sensible de phosphate d'alumine.

précédentes. A cause de ces caractères, et de sa composition qui le distingue des autres phosphates d'alumine naturels, je propose de lui donner le nom de *Minervite* pour rappeler son origine. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Détermination de l'eau contenue dans la terre, portant diverses récoltes, après une période de grande sécheresse.* Note de M. **Reiset.**

« La Communication, faite à l'Académie par notre confrère M. Dehérain, aux noms de MM. Demoussy et Dumont (1), m'a remis en mémoire quelques observations et analyses que j'avais faites sur les terres de ma ferme, à Écorchebœuf, pendant le mois d'août 1887.

» Pensant qu'il pourrait être intéressant de comparer les résultats obtenus, en diverses contrées, sur différentes terres, dans des conditions si défavorables à une bonne végétation de nos récoltes, je me décide à publier de mon côté, mes observations personnelles.

» L'année 1887 doit être classée parmi les *années de sécheresse :* le total de l'eau recueillie dans notre contrée s'élevait à $587^{mm},7$ pour les douze mois, tandis que nos moyennes annuelles atteignent le chiffre de $903^{mm},6$; le mois de juin 1887 a fourni seulement $26^{mm},7$ d'eau, au lieu de $73^{mm},5$, quantité moyenne pour ce mois; quant au mois de juillet, on trouve $3^{mm},3$ au lieu de $72^{mm},0$. Enfin, du 4 juin au 23 juillet, on n'a recueilli aucune pluie.

» Le 2 août 1887, après une nouvelle période de sécheresse, nous avons prélevé cinq échantillons de terre dans la couche végétale, à une profondeur de $0^{m},15$ à $0^{m},25$ de la surface, suivant la récolte. Dans une brouette pouvant contenir 8^{kg} ou 10^{kg} de terre, on faisait un mélange qui était rapidement passé à travers un crible pour séparer les pierrailles; puis l'échantillon était immédiatement recueilli dans un flacon à large ouverture, fermant à l'émeri.

» Un plan annexé au registre d'expériences indique les points où se fait la prise des échantillons.

» On pesait généralement 10^{gr} de terre, à porter dans l'étuve de 110° à 120°. Deux analyses du même échantillon étaient concordantes.

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1078, séance du 8 mai 1893.

Première série.

	Eau pour 100gr de terre.
	gr
N° 1. Grande pièce de trèfle fauché	4,84
» 2. Dans le blé qui sera coupé le 8 août à maturité	3,78
» 3. Herbage neuf très brûlé par la sécheresse	4,70
» 4. Dans le blé en belle végétation et qui sera coupé le 19 août	5,04
» 5. Sous le gazon, *entièrement brûlé*, dans le parc du château	7,84
» 6. Un échantillon n° 6 a été recueilli (le 5 août) dans une bonne pièce de blé, à épis carrés, coupé à maturité (le 4 août)	3,81

» Le 13 août 1887, vers 5^h du soir, on a pris un échantillon de la terre sous le *gazon entièrement brûlé* et dans les mêmes conditions que l'échantillon n° 5 (du 2 août). Le soleil ardent, sans pluie, pendant une nouvelle période de onze journées avait dû encore dessécher la terre. On a trouvé : eau, 6,80 pour 100 de terre.

» Dans une *seconde série* d'expériences, pour déterminer avec plus de précision la profondeur à laquelle se fait la prise de l'échantillon de terre et pour éviter, autant que possible, toute manipulation à l'air, j'ai fait ouvrir une galerie de $1^m,20$ de profondeur sur $0^m,60$ de largeur et 1^m environ de longueur. Dans cette galerie ouverte, on a pratiqué des *fouilles latérales* en commençant par la surface du sol; puis à la profondeur de $0^m,20$, de $0^m,40$, de $0^m,60$, de $0^m,80$; enfin à 1^m au-dessous de la surface, en suivant très exactement une ligne verticale pour ces fouilles superposées.

» Avec une petite houlette, à manche court, on enlève préalablement une couche de terre de $0^m,10$ servant, pour ainsi dire, d'*opercule;* puis se fait la prise de l'échantillon, mis aussitôt dans un flacon bouché à l'émeri.

Résultats de la Fouille A *faite le 9 août 1887 dans une pièce de terre du défrichement portant un bon blé fauché à maturité le 8 août.*

	Eau pour 100gr de terre.
	gr
Surface; dans les racines mêmes du blé	1,22
A $0^m,20$ terre un peu pierreuse	4,95
A $0^m,40$ »	9,47
A $0^m,60$ argile rouge plastique	14,12
A $0^m,80$ »	21,81
A 1^m sous-sol »	26,18

Résultats de la Fouille B *faite le 10 août 1887 dans un champ dépouillé depuis dix jours; ce champ avait produit un mélange de vesce et d'avoine coupé en vert pour nourriture des bestiaux de la ferme.*

	Eau pour 100^{gr} de terre.
Surface du sol	$1^{gr},30$
A $0^{m},20$	6,03
A $0^{m},40$	7,87
A $0^{m},60$	11,42
A $0^{m},80$	12,45
A 1^{m} sous-sol	14,24

» En examinant ces Tableaux, on voit que le blé peut parvenir, en bonne végétation, à parfaite maturité, dans une couche de terre arable qui ne contient plus, au moment de la récolte, que $1^{gr},22$ d'eau pour 100^{gr} de terre, tandis que le *gazon-prairie* est mort *brûlé*, dans un sol qui présente encore $6^{gr},80$ et $7^{gr},84$ d'eau pour 100^{gr} de terre.

» Il me paraît intéressant de faire ressortir ainsi la grande résistance du blé d'hiver aux effets pernicieux d'une sécheresse prolongée; il est vrai que mes observations ont porté plus particulièrement au moment de la *maturation*, quand les parties herbacées de la précieuse céréale sont résorbées par la plante elle-même pour son plus grand profit. Mais le fait de cette résistance ne peut être que confirmé par les praticiens. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Weber*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. G. Widemann obtient	29	suffrages.
M. Van der Waals obtient	6	»
M. Michelson obtient	5	»
M. Thalen obtient	1	»

M. G. Widemann, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de vérifier les comptes de l'année 1892.

MM. DE BUSSY et CHAMBRELENT réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Hermite, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Darboux.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures et appliquées*). — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Appell.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Milne-Edwards, Duchartre, Blanchard, Daubrée, Van Tieghem, réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Perrier.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Daubrée, Duclaux, d'Abbadie réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Perrier et Fizeau.

Prix Gaston Planté. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Potier.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Ch. Brun* ayant pour titre : « Étude sur la théorie mécanique de la chaleur ».

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil du* 16 *avril* 1893, *faite à Joal* (¹) (*Sénégal*), *à l'observatoire de la mission du Bureau des Longitudes*. Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Bouquet de la Grye.

« Du 12 au 18 avril le ciel fut constamment brumeux : il était voilé par de légers nuages blancs et diffus, formant un fond laiteux à peu près uniforme, analogue à celui dans lequel se produisent d'ordinaire les *halos* solaires. L'intensité de cette brume alla en croissant graduellement du 12 au 15, et la veille de l'éclipse elle inspirait des craintes assez vives pour le lendemain; mais à partir du 15 elle diminua peu à peu et le soir du 18 avril le ciel était pur.

» A 9^h du matin, le jour de l'éclipse, on observa autour du Soleil un halo bien caractérisé et qui persista plus ou moins jusqu'au moment de l'éclipse. Le même jour le Soleil présentait six groupes de taches et divers grains isolés.

» Aidé par M. G. Fayet, qui m'a toujours assisté avec beaucoup de zèle, j'ai observé l'éclipse avec une lunette montée équatorialement, de $5^m,30$ de long et de $0^m,30$ d'ouverture; mais cette ouverture fut réduite à $0^m,11$ par un diaphragme cachant les bords de l'objectif, afin d'avoir de meilleures images et pour éviter un trop grand échauffement de l'instrument : malgré cette précaution le verre noir gradué placé entre l'œil et l'oculaire s'échauffait fortement; mais les images furent très bonnes jusque vers l'instant du deuxième contact, ce qui permit d'observer divers phénomènes intéressants.

» Le premier contact fut noté à $1^h 3^m 5^s$ (grossissement : 50) (²).

» Avec un oculaire grossissant 190 fois on observa ensuite les occultations des taches solaires par la Lune : le phénomène le plus frappant noté dans ces occultations est celui du *ligament* noir qui s'est produit entre le bord obscur de la Lune et les bords des noyaux des taches. Ce ligament,

---

(¹) En attendant la réduction définitive des observations faites pour déterminer la longitude et la latitude de ce point, on pourra adopter les coordonnées provisoires suivantes :

Long. : $1^h 16^m 38^s$ ouest de Paris, Latitude nord : $14°9'25''$;

Joal est un village de 1800 habitants, situé au bord de la mer et à 45 milles au sud de Dakar.

(²) Toutes les heures données ici sont en temps moyen du lieu.

si connu depuis les observations du passage de Vénus, s'est présenté ici avec une grande netteté, et il a été observé 15 fois environ. Il s'est produit non seulement au contact de grosses taches, à noyau bien noir, mais aussi au contact de taches très petites, de petits grains noirs, et même avec les simples filaments formant la pénombre des taches.

» Au moment de ces occultations il fut aisé de comparer la noirceur de la Lune et celle des taches : toujours le noyau des taches a paru moins noir que la face obscure de la Lune.

» Le bord lunaire qui se projetait sur le Soleil a toujours été bien net et ses dentelures étaient bien visibles : quelques-unes avaient plusieurs secondes d'arc de hauteur. Comme les bords du Soleil étaient bien définis, (quoique un peu moins bien que ceux de la Lune), les cornes lumineuses qui terminaient la partie visible du Soleil étaient bien vives.

» A aucun moment je n'ai pu apercevoir la lumière cendrée, ni soupçonner aucune tache lunaire. Le bord de la Lune, en dehors du disque solaire, est toujours resté invisible jusque vers $2^h 24^m 18^s$, $1^m 33^s$ avant la totalité : à ce moment j'ai soupçonné ce bord en dehors du Soleil sur une étendue de 5′.

» Quelques secondes plus tard ($2^h 24^m 45^s$) des franges lumineuses et courbes, parallèles au bord de la Lune, se sont montrées sur le disque obscur de la Lune, tout près du croissant lumineux. Enfin, 10^s avant le commencement de la totalité, une forte raie noire a partagé dans toute sa longueur le mince croissant lumineux qui allait disparaître.

» A partir de ce moment, j'ai cherché à voir les *grains* de Baily (Baily beads), mais je n'en ai aperçu aucune trace, non plus qu'au moment du troisième contact.

» Les heures des deuxième et troisième contacts sont les suivantes :

Deuxième contact............	$2^h 25^m 50^s,0 \pm 0^s,5$
Troisième contact............	$2^h 29^m 50^s,8 \pm 1^s$

» L'heure du troisième contact est un peu incertaine parce que, au point de réapparition le voisinage immédiat du Soleil était très brillant.

» Pendant l'éclipse totale j'ai exploré les environs du Soleil avec un oculaire donnant un champ de 25′, mais je n'ai rencontré aucun astre, connu ni inconnu. J'aurais certainement vu une étoile de 4e grandeur située à 1°,5 au sud du Soleil, mais j'ai évité d'aller dans cette direction et j'ai cherché suivant le parallèle du Soleil, en allant jusqu'à 4° environ de part et d'autre en ascension droite, et sur une largeur de 1°,5 environ. Le ciel était brumeux, et d'ailleurs l'instrument employé n'était pas parfaite-

ment disposé pour cette recherche. Il me semble que le résultat négatif auquel je suis arrivé ne saurait être invoqué comme un argument bien probant contre l'existence de planètes intra-mercurielles : la recherche de ces planètes exigerait un instrument à plus grand champ et entraîné automatiquement, avec une vitesse convenable, dans les régions que l'on se propose d'explorer.

» Après le troisième contact, j'ai pu jeter un coup d'œil sur la couronne et l'apercevoir quelques instants à l'œil nu. A partir de ce moment le phénomène n'offrait plus grand intérêt, et, en attendant le quatrième contact, qui a été noté à $3^h 45^m 57^s$, j'ai recueilli les impressions des personnes (¹) qui avaient suivi le phénomène à l'œil nu : je résume ici leurs observations :

» Le vent, qui soufflait du nord-ouest, a augmenté graduellement de force à mesure qu'on approchait de la totalité. L'abaissement de température, qui a été d'environ 3°, était très sensible au corps, ainsi que l'augmentation d'humidité (²). A mesure qu'approchait l'instant de la totalité, les objets prenaient une teinte livide de plus en plus prononcée; les oiseaux sauvages ont cessé de chanter et se sont dirigés vers leurs gîtes de nuit; les pigeons, les poules, les chèvres ont gagné à la hâte leurs habitations ordinaires, et pendant la totalité les coqs ont chanté.

» On a aperçu sur la mer, à l'ouest-sud-ouest, l'ombre de la totalité arrivant avec une grande vitesse; mais les franges parallèles qui ont accompagné parfois le commencement et la fin de la totalité, dans d'autres éclipses totales, ne se sont point produites ici.

» Pendant la totalité, les ombres avaient disparu; on n'en voyait pas de trace, même en déplaçant la main devant une feuille de papier blanc tournée vers le Soleil. On a vu diverses planètes ou étoiles : ceux qui en ont aperçu le plus (indigènes de Fadioute) en ont signalé sept. En outre, à Saint-Joseph, plusieurs observateurs ont vu deux étoiles filantes dans le voisinage du Soleil.

» Prévenus depuis longtemps, les indigènes n'ont pas, en général, ma-

---

(¹) Ce sont principalement divers missionnaires du Saint-Esprit, qui ont bien voulu faire des observations suivant un programme arrêté d'avance, et, en outre, M. Brugnon, enseigne de vaisseau, et le F. Constantin, professeur à l'École secondaire de Saint-Louis, accompagné de deux de ses élèves. Le P. Kuneman, supérieur de la Mission de Saint-Joseph (à 4^{km} au nord de Joal), et M. Maugis, de Nianing, ont fait deux bons dessins de la couronne solaire.

(²) Le thermomètre sec et le thermomètre mouillé ont été lus avec soin pendant toute la durée de l'éclipse : ces observations seront publiées ultérieurement avec toutes les observations météorologiques faites à Joal.

nifesté beaucoup d'inquiétude. Cependant les conducteurs de dromadaires qui transportent à Joal les arachides récoltés dans l'intérieur du pays ont refusé de se mettre en route ce jour-là, et au moment de la totalité quelques noirs se sont sauvés dans leurs cases en criant. La durée de la totalité a été très diversement appréciée : pour beaucoup d'indigènes, comme pour nous, elle a paru fort courte; d'autres, au contraire, ont estimé qu'elle avait duré un quart d'heure : en réalité, elle avait duré exactement $4^{m}1^{s}$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Au retour d'un voyage au Sénégal pour l'observation d'une éclipse totale du Soleil, je trouve, dans les *Comptes rendus,* deux Notes de M. Georges Hale sur la photographie de la couronne solaire en temps ordinaire. Or j'ai l'honneur de présenter à l'Académie une réclamation de priorité au sujet de la méthode proposée par M. Hale, en y joignant les résultats d'observations anciennes et encore inédites sur la question.

» *Méthode du spectro-héliographe.* — J'ai présenté, en effet, à l'Académie, le 19 août 1891, la méthode du spectro-héliographe que M. Hale a exposée à l'Académie des Sciences de Chicago le 6 décembre 1892, et ensuite dans deux Notes successives des *Comptes rendus* du 6 mars et du 24 avril 1893. J'ai indiqué, en 1891, les conditions spéciales à réaliser : choix d'une station élevée et d'un appareil diffusant peu la lumière, et même emploi des radiations H et K du calcium qui font l'objet de la seconde Note de M. Hale. D'autre part, le spectro-héliographe décrit (1) dans cette Note de 1891 pour l'enregistrement photographique des vitesses des protubérances et différent, par suite, de l'appareil réalisé si heureusement par M. Hale en mai 1891, n'a pas encore été construit simplement à

(1) Tout en rendant un juste hommage aux résultats de M. Hale, je dois remarquer, ainsi que je l'ai fait déjà en 1891, que la solution qui donne à la fois les vitesses et les formes est seule complète. D'ailleurs, le système de deux fentes fines à mouvement continu employées avec une grande dispersion par M. Hale ne fournit pas les formes dans le cas des grandes perturbations, qui est le plus intéressant; car alors la raie spectrale sort de la fente. Si, d'autre part on élargit les fentes, les formes sont compromises. Le système des sections successives nombreuses sur tout le pourtour solaire avec une fente large devant la plaque est encore, pour moi, le plus avantageux à tous égards. Il donne les vitesses et les formes rectifiées du déplacement des raies.

cause du manque de crédits nécessaires ([1]). Il exige, en effet, une certaine dépense, bien que n'offrant aucun organe difficile à construire.

» *Méthode des prismes croisés.* — J'ai indiqué le 23 janvier 1893 (*Comptes rendus*) une autre méthode, dite des *prismes croisés*, pour la photographie de la couronne. Cette méthode ne consiste pas dans l'emploi d'une seule longueur d'onde, comme l'écrit M. Hale, mais dans l'isolement d'une portion du spectre choisie à volonté, et ayant nécessairement une certaine largeur, d'ailleurs variable. Elle diffère notablement de la méthode du spectro-héliographe qui est restreint, au contraire, à l'emploi d'une seule longueur d'onde.

» La méthode des prismes croisés est une extension de la méthode si heureusement appliquée par le grand astronome anglais, le Dr Huggins; elle a l'avantage d'être simple et aisément réalisable avec les ressources d'un petit laboratoire; l'appareil a été organisé sans le secours du constructeur, et essayé à Paris même, dans les belles journées froides de la fin de l'année dernière.

» Ces deux méthodes, qui n'ont pas les mêmes avantages et les mêmes inconvénients, pourront être employées concurremment. L'obstacle principal est la lumière diffuse, qui est produite non seulement dans l'atmosphère, mais dans l'appareil lui-même. Certes, dans une station de haute montagne, où le ciel est presque noir, il sera sûrement possible d'obtenir les parties brillantes de la couronne; mais l'expérience seule décidera si l'on peut avoir aussi les parties plus faibles, et en particulier les jets lumineux variables et caractéristiques.

» *Importance de la diffusion par l'appareil.* — La diffusion par l'appareil, déjà indiquée en 1891, a pour ces parties faibles une réelle importance; et je crois devoir entrer dans quelques détails, d'autant que M. Hale a décrit longuement les dispositions mécaniques, d'ailleurs très heureuses, adoptées par lui ([2]), mais n'a pas même effleuré ce point spécial.

» Avec le spectro-héliographe, une image du Soleil est envoyée sur la fente du spectroscope, le disque lui-même étant arrêté par un diaphragme; une seconde fente fine, placée devant la plaque photographique, isole la raie du spectre employée pour la couronne. Or l'appareil optique,

---

([1]) Un crédit spécial vient heureusement d'être accordé par le Ministère.

([2]) La nouvelle disposition adoptée par M. Hale, avec un réseau et un seul miroir pour le collimateur et la lunette, a été indiquée déjà en 1889 par M. H. Ébert (*Annales de Wiedemann*). Elle offre, pour la photographie du Soleil, de grands avantages sur les autres dispositions.

qui donne l'image du Soleil sur la fente, mérite une attention spéciale; il reçoit les rayons du disque très intenses avec un ciel très pur, et la lumière diffusée par lui pourrait masquer les parties faibles de la couronne. Aussi convient-il d'éviter les corps qui ont une couleur, même après le polissage, et annoncent ainsi un certain pouvoir diffusif; les miroirs argentés ou métalliques proposés par M. Hale sont dans ce cas.

» Le meilleur appareil optique serait une lentille simple, parfaitement transparente et polie, en quartz ou en crown léger; un diaphragme placé près de la lentille arrêterait les rayons doublement réfléchis sur les deux faces. Dans le trajet des rayons à travers le spectroscope, la diffusion est moins à craindre, la lumière du disque étant éliminée; cependant on peut recommander, pour les mêmes raisons, les lentilles simples et aussi les prismes, qui diffusent moins que les réseaux et ont des spectres plus intenses.

» Ces dispositions optiques spéciales évitent le mieux possible la lumière parasite [1], et seront un élément sérieux de succès; d'autre part, les dispositions mécaniques qui assurent l'impression sur la plaque des portions successives de la couronne peuvent être très différentes.

» *Choix de la région la plus favorable.* — Quant au choix de la région du spectre la plus favorable, l'expérience seule peut décider. M. Hale annonce que la théorie indique la région ultra-violette la plus réfrangible; mais il faut ajouter que la théorie conduit à ce résultat seulement lorsque la lumière coronale est supposée due à la diffusion de la lumière du disque par de fines particules et lorsque l'on fait en plus certaines hypothèses sur le nombre et la répartition de ces particules. Or, surtout à l'époque du maximum des taches, la lumière solaire avec ses raies noires ne forme qu'une partie très petite de la lumière coronale.

» J'ai indiqué, en 1891, les raies H et K du calcium, qui sont fortes et longues (jusqu'à 8′ ou 10′) et se détachent sur un large fond noir dans la lumière diffuse du ciel. Il convient aussi d'essayer, avec le spectro-héliographe, d'autres raies moins intenses dans la couronne, mais beaucoup plus noires, quoique plus fines, dans la lumière diffuse.

» *Procédé de la lame biargentée.* — Je signale, en terminant, un procédé rapide et plus simple que les précédents pour la photographie de la couronne, essayé par moi les années précédentes, et recommandable surtout dans le cas où l'expérience indiquerait les rayons ultra-violets les plus réfrangibles comme les plus favorables. Le procédé consiste à placer une

---

(1) L'influence de la diffusion par l'appareil a été signalée déjà par le Dr Huggins.

lame de quartz ou de verre mince, à faces parallèles et argentées, tout près de la plaque photographique, en avant de l'image du Soleil produite par un miroir non argenté ou un objectif. Un diaphragme, ajouté en avant de la lame, arrête la lumière du disque et évite la diffusion. Une semblable lame, biargentée, est transparente seulement pour les rayons ultra-violets les plus réfrangibles, de $\lambda 315$ à $\lambda 300$, ainsi que l'a montré M. de Chardonnet en 1882. J'ai obtenu, par ce procédé très simple, des images circumsolaires qui peuvent être rapportées à la couronne, mais auxquelles a manqué l'épreuve de la haute montagne [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur un appareil manométrique de grande sensibilité.* Note de M. **Villard**.

« Cet appareil, qui m'a rendu de grands services dans l'étude de la solubilité des gaz ou de leur combinaison avec l'eau, a pour but d'indiquer, non pas la valeur, mais les variations les plus faibles d'une pression donnée, dans un intervalle de quelques atmosphères. Il permet de maintenir constante cette pression, ou de la rétablir avec une exactitude que donnerait difficilement un manomètre, à moins qu'il ne fût à air libre, ce qui est peu pratique aux pressions élevées.

» L'instrument est de dimensions assez faibles pour pouvoir être placé dans une éprouvette à pied de hauteur moyenne, pleine d'eau à température constante; il permet néanmoins d'apprécier encore le $\frac{1}{500}$ d'atmosphère à 50^{atm}.

» Il se compose d'un tube de cristal en U, de 1^{mm} à $2^{mm},5$ de diamètre intérieur; l'une des branches est parfaitement soudée à un tube plus large, ayant environ 50^{mmq} de section intérieure, 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur de parois, et fermé à la partie supérieure. Suivant la sensibilité à obtenir, ce réservoir aura une longueur plus ou moins grande; en général 8^{cm} à 10^{cm} suffisent. L'étendue de l'échelle dépend au contraire de la hauteur du tube en U auquel il est convenable de donner 15^{cm} à 20^{cm}.

» La seconde branche est également soudée à un tube large se terminant par une partie étirée ou rapportée que l'on peut fixer dans une douille

(1) M. de Chardonnet m'a appris tout récemment qu'il avait lui-même exploré les alentours du Soleil par ce procédé, il y a dix ans, et qu'il avait obtenu avec un objectif quartz et spath d'Islande de belles couronnes circumsolaires.

métallique; plus simplement on y introduit un tube de cuivre de 2^{mm} de diamètre mastiqué à la glu marine sur une longueur de 3^{cm} à 4^{cm}. Cette fermeture très simple résiste presque indéfiniment.

» On a eu soin auparavant de verser dans l'appareil assez de mercure pour remplir une des branches du tube en U. L'instrument est alors prêt. Le remplissage est automatique. Il suffit de mettre le tube de communication en rapport avec un récipient de gaz comprimé; le mercure est refoulé dans le réservoir, dont il n'occupe qu'une faible partie, le gaz pénètre dans celui-ci et le remplit sous la pression du récipient. Une légère détente permet au mercure de redescendre dans le tube étroit.

» La moindre variation de pression dans le récipient sera accusée par un mouvement appréciable de la colonne de mercure, à cause de la grande capacité du réservoir. Prenant comme exemple un des appareils que j'ai construits, dont le réservoir a un volume de 5^{cc}, le tube en U 2^{mmq} de section, on voit qu'à 20^{atm} une dénivellation de 1^{mm} dans chaque branche, vers le zéro de la graduation, correspond à un changement de volume de $\frac{1}{2500}$ pour le gaz du réservoir; la pression dans celui-ci aura donc varié de $\frac{1}{2500}$ de sa valeur initiale 20^{atm}, soit $\frac{1}{125}$ d'atmosphère, la loi de Mariotte étant applicable dans ces limites. A 50^{atm} la même dénivellation correspond encore à $\frac{1}{50}$ d'atmosphère.

» Mais il est possible d'apprécier une fraction de millimètre; il est également facile de doubler au besoin la longueur du réservoir qui sera encore aussi résistant. Il n'est donc pas exagéré de dire qu'on peut atteindre une précision de $\frac{1}{500}$ d'atmosphère à 50 atmosphères.

» La variation de pression dans le récipient se déduit sans peine en ajoutant ou retranchant la quantité dont a varié la hauteur du mercure, et qui n'est pas négligeable. Il sera, bien entendu, nécessaire de jauger le réservoir, de diviser le tube en parties d'égal volume, enfin de mesurer avec soin la différence de niveau dans les deux branches. La résistance de l'appareil est suffisante pour permettre d'atteindre 100 atmosphères.

» L'instrument est donc caractérisé par le fait que le quotient $\frac{dp}{p}$, correspondant à une variation de niveau dl de 1^{mm} par exemple, est constant pour une même position du mercure, et change peu avec cette position. Dans le modèle que je cite, ce rapport varie de $\frac{1}{2500}$ à $\frac{1}{2900}$.

» La sensibilité sera donc en raison inverse, et l'étendue de l'échelle en raison directe de la pression.

» Le quotient $\frac{dp}{p}$ étant très petit, il suffit de connaître p avec une ap-

proximation ordinaire, à $0^{atm},1$ près par exemple, le $\frac{1}{2500}$ de $0^{atm},1$ étant seulement $0^{atm},00004$.

» L'expérience terminée, l'appareil est remis sans inconvénient en communication avec l'air libre, le gaz pouvant s'échapper au travers du mercure dans la partie large de la branche ouverte. Cette disposition permet également de faire, au besoin, le vide dans l'instrument avant de s'en servir. »

OPTIQUE. — *Spectre calorifique de la fluorine.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. Lippmann.

« 1. M. Sarazin a donné les indices de réfraction de la fluorine dans une série prolongée, dans l'ultra-violet, jusqu'à la raie 32 de l'aluminium ($\lambda = 0^{\mu},18562$); mais, à ma connaissance, le spectre calorifique de ce minéral n'a pas été étudié. Il m'a paru d'autant plus intéressant de combler cette lacune que la fluorine est le solide qui est classé immédiatement après le sel gemme pour sa transparence aux rayons calorifiques. C'est donc l'exemple que j'ai choisi pour l'application de la méthode que j'ai exposée antérieurement (1) et dont je rappelle le principe.

» 2. Le prisme de fluorine est placé sur la plate-forme du goniomètre calorifique. Le faisceau lumineux, qui traverse le prisme pour produire le spectre, traverse aussi le système interférentiel formé par un polariseur, une lame de quartz parallèle à l'axe et un analyseur. La section principale du quartz est à 45° de celles du polariseur et de l'analyseur, qui sont indifféremment soit parallèles, soit perpendiculaires entre elles. On obtient ainsi un spectre cannelé de Fizeau et de Foucault. La lame du quartz et l'analyseur sont placés entre le prisme et la lunette du goniomètre. L'analyseur est biréfringent et fournit deux images complémentaires, l'une au-dessus de l'autre. Les franges noires de chaque spectre sont sur les prolongements des franges brillantes de l'autre. Ces deux images tombent sur les deux moitiés d'un thermomètre différentiel linéaire, placé au foyer de la lunette et formé d'une pile thermo-électrique en communication avec un galvanomètre.

» 3. On prend comme *repères* les points du spectre où les deux images

(1) *Journal de Physique,* 3e série, t. II; janvier 1893. — *Société française de Physique;* 3 mars 1893.

ont des intensités égales. Les *longueurs d'onde* λ de ces points sont définies par la condition que la lame de quartz établisse entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire une différence de phase φ égale à un nombre entier $\pm \frac{1}{4}$. Ces longueurs sont déterminées quand on connaît l'épaisseur de la lame de quartz ([1]). Les déviations, et, par suite, les *indices de réfraction* correspondants, se déterminent en promenant la lunette dans le spectre de la fluorine. A chaque azimut répond une déviation du galvanomètre actionné par la pile. Les azimuts des repères sont ceux où la déviation du galvanomètre change de signe, en passant par zéro.

» 4. Les erreurs systématiques sont de deux sortes : 1° celles qui proviennent du goniomètre ont été éliminées par les méthodes que j'ai exposées antérieurement ([2]); 2° celles qui proviennent de la largeur des fentes et de l'appareil interférentiel ont été étudiées par le calcul et par l'expérience. J'exposerai ces recherches dans un Mémoire plus étendu. Il me suffit de dire ici qu'elles peuvent généralement être rendues inférieures aux erreurs commises dans la lecture du cercle divisé.

» Les résultats sont bien représentés par la formule dont M. Mouton et moi avons fait usage pour le verre, le quartz, le sel gemme et le spath d'Islande. Ils confirment une fois de plus la nécessité du *terme de Briot*, qui n'est plus à démontrer et dont j'ai plusieurs fois signalé l'importance théorique. La formule adoptée est celle-ci

$$\frac{1}{n^2} = a + bl^{-2} + cl^2 + dl^{-4},$$
$$a = +0,490335, \qquad b = -0,000713835,$$
$$c = +0,001584, \qquad d = -0,000001042.$$

$l = \frac{\lambda}{n}$ représente la longueur d'onde dans le cristal, exprimée en microns, égale au quotient de la longueur d'onde dans le vide par l'indice de réfraction.

» 5. Voici les résultats des mesures et leur comparaison avec la formule :

Angle du prisme de fluorine..........	$68°56',24$
Épaisseur de la lame de quartz........	369^{μ}

([1]) La lame de quartz employée a été étudiée autrefois par M. Mouton; on a utilisé, pour le calcul des longueurs d'ondes, les mesures de ce savant et celles de M. Macé de Lépinay sur la double réfraction du quartz.

([2]) *Annales de l'École Normale*, supplément pour 1890.

	λ.	n observés (Carvallo).	n calculés.	Différence O. — C.
7.......	1,849 μ	1,42460(?)	1,42488	—22
9.......	1,444	1,42676	1,42674	+ 2
11.......	1,187	1,42804	1,42800	+ 4
13.......	1,009	1,42904	1,42903	+ 1
15.......	1,878	1,42996	1,42999	— 3
17.......	0,777	1,43096	1,43095	+ 1
19.......	0,070	1,43192	1,43192	0
21.......	0,637	1,43292	1,43295	— 3
Raie.		(Sarazin).		
A.......	0,76040	1,43101	1,43100	+ 1
B.......	0,68671	1,43200	1,43212	—12
D.......	0,58920	1,43394	1,43394	0
F.......	0,48607	1,43705	1,43711	— 6
H.......	0,39681	1,44214	1,44211	+ 3

» Si je donne seulement les mesures de M. Sarazin dans le spectre visible, c'est que la partie ultra-violette est très encombrante, et que les écarts entre l'observation et la formule ci-dessus y sont presque identiques à ceux que fournit la formule calculée antérieurement par M. Ketteler [1]. Mon observation de la raie 7 ($\lambda = 1^{\mu},849$) est un peu douteuse, cette radiation étant à l'extrême limite du spectre du Soleil, lequel a servi de source.

» 6. Cette réserve faite, les différences O. — C. ne dépassent pas 4 unités du 5ᵉ chiffre décimal, ce qui répond à une erreur de 15″ sur la déviation. Comme la division extrême du vernier de mon cercle donne seulement les 30″, je crois être en droit d'en conclure que

» 1° Ma méthode est susceptible de plus de précision que n'en comportent les lectures de mon cercle;

» 2° Le cercle pourrait supporter un appareil de lecture plus précis que son vernier.

» C'est de ce côté que devra porter désormais le perfectionnement des observations [2]. »

---

(1) Ketteler, *Wied. Ann.*, t. XXX.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement de M. Bouty, à la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *Phénomènes dynamiques dus à l'électrisation résiduelle des diélectriques.* Note de M. **Charles Borel**, présentée par M. A. Cornu.

« L'existence d'une hystérésis diélectrique proprement dite est une question actuellement controversée. M. Steinmetz ([1]), M. Ricardo Arno ([2]), M. A. Hess ([3]), M. Janet ([4]) ont publié récemment des travaux importants sur cette question, sans la résoudre d'une manière définitive.

» Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations relatives à ce sujet, faites dans le courant de l'hiver 1892-1893. Je n'avais point alors connaissance des travaux de M. A. Hess, avec lesquels mes observations semblent être parfaitement d'accord.

» Un disque de papier paraffiné, suspendu en son centre par un fil de cocon, prend un mouvement de rotation dans un champ électrique alternatif, si l'on place une baguette de verre de l'un des côtés de ce disque. Tel est le phénomène que j'ai observé. Le plan du disque et l'axe de la baguette doivent être sensiblement parallèles aux lignes de force du champ, et l'extrémité de la baguette, du côté de l'armature, légèrement inclinée vers le disque.

» Le champ alternatif était produit par une armature plane ou sphérique, qu'une machine électrostatique de Tœpler chargeait alternativement d'électricité positive et négative, par l'intermédiaire d'un commutateur rapide. La durée des charges était de 0,006 de seconde; entre deux charges de signe contraire, l'armature était mise à la terre pendant 0,006 de seconde également.

» Dans ces conditions, cette rotation d'un disque diélectrique s'explique aisément, en considérant les actions que doivent exercer l'une sur l'autre les électrisations résiduelles de la baguette de verre et du disque pendant le temps où l'armature est à la terre.

» Le sens de la rotation est tel, que les extrémités du disque et de la

---

([1]) *La Lumière électrique,* t. XLIV, p. 95.

([2]) *Ibid.,* t. XLVI, p. 537.

([3]) *Ibid.,* 26 novembre et 10 décembre 1892, p. 401 et 507; 11 février et 12 mars 1893, p. 279 et 466.

([4]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 373.

baguette, qui regardent l'armature, paraissent se repousser l'une l'autre. Le disque étant suspendu par un fil de cocon, la rotation s'arrête dès que la torsion du fil fait équilibre à la force à laquelle est soumis le disque. J'ai bientôt remarqué que divers échantillons de verre ne maintiennent pas tous la même torsion du fil, et que quelques exemplaires laissent le disque complètement immobile. Un disque de mica communique au fil de suspension sensiblement les mêmes torsions qu'un disque de papier paraffiné, tandis qu'un disque de paraffine pure ou d'ébonite ne présente que de très faibles torsions.

» En modifiant convenablement les conditions de ces premières observations, et en contrôlant à chaque instant les charges de l'armature, j'ai pu comparer entre elles les électrisations résiduelles de plusieurs substances diélectriques. Pour cela, j'ai mesuré les torsions que subit le fil de suspension du disque sous l'influence de sphères ou de cubes de ces diverses substances, occupant tous la même position par rapport au disque et à l'armature. Avec cet appareil, j'ai constaté que les corps conducteurs et les meilleurs isolants (gomme laque, ébonite, cire) produisent une faible rotation du disque en sens inverse de celle que lui communiquent la plupart des diélectriques, c'est-à-dire que les extrémités du disque et de la substance étudiée, qui regardent l'armature, semblent s'attirer l'une l'autre. Si la rotation par répulsion de disques diélectriques est vraiment due à l'électrisation résiduelle du disque et de la baguette de verre, une rotation en sens inverse, par attraction, devrait nécessairement se produire si la substance placée près du disque ne possédait point d'électrisation résiduelle. C'est, en effet, ce qui a lieu avec les corps conducteurs.

» En comparant, par ce procédé, l'électrisation résiduelle de diverses substances, développée par des charges d'une durée de 0,006 de seconde, j'ai obtenu les résultats suivants.

» L'armature étant maintenue à un potentiel moyen, constant, les substances suivantes ont produit une torsion.

» *a*. Par répulsion :

	Sixièmes de tour.		Sixièmes de tour.
Liège	23	Certains échantillons de verre	12 à 10
Bois de sapin	16	Soufre pilé	7
Ouate sèche	17 à 16	Caoutchouc	$2\frac{1}{2}$
» imbibée d'essence de térébenthine	$16\frac{1}{8}$	Soufre en canon	$\frac{3}{4}$
Craie	15	Paraffine	$\frac{1}{4}$
		Quelques verres	0

» *b.* Par attraction.

	Sixièmes de tour.		Sixièmes de tour.
Cire	$\frac{1}{4}$	Étain	2
Ébonite	$\frac{1}{4}$	Charbon de bois	6
Gomme-laque	4	Ouate imbibée d'eau	6
Cuivre	2		

» Des bâtons de verre qui, à la température ordinaire, ne produisaient aucune torsion du fil, chauffés au rouge, produisirent alors une torsion de 16 à 18 sixièmes de tour qui diminuait rapidement à mesure que le verre se refroidissait.

» J'ai encore comparé, avec le même appareil, l'électrisation résiduelle développée suivant différentes directions d'un cristal (orthorhombique et clinorhombique). En général, lorsque la substance présentait une forte électrisation résiduelle, la torsion produite variait avec la direction du cristal qui se trouvait être normale à l'armature.

» Récemment, M. Ricardo Arno (¹) a observé la rotation de cylindres diélectriques dans un champ électrostatique tournant; il attribue cette rotation à une hystérésis diélectrique analogue à l'hystérésis magnétique. Les résultats de mes expériences ne me permettent pas la même conclusion. La rotation de disques diélectriques telle que je l'ai observée dans un champ électrique alternatif me paraît être due à des phénomènes de conduction extérieure ou intérieure. J'ai remarqué que l'hétérogénéité du diélectrique joue un rôle important dans ce phénomène; ce sont les diélectriques hétérogènes qui produisent les plus fortes actions sur le disque. Malgré de nombreux essais, je n'ai pu réussir à faire tourner un disque diélectrique dans un champ électrique produit par une bobine d'induction excitée par des courants alternatifs. La self-induction de la bobine ne permettait probablement pas des variations suffisamment brusques des charges des armatures, tandis que, avec le commutateur que j'ai employé, le passage d'une charge à une charge nulle s'effectue instantanément (²). »

(¹) *La Lumière électrique*, t. XLVI, p. 537.

(²) Ce travail a été fait au Laboratoire de Physique de l'Université de Genève et sera publié prochainement *in extenso*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chloroborate de fer et sur une méthode de préparation de chloroborates isomorphes avec la boracite.* Note de MM. G. **Rousseau** et **H. Allaire**, présentée par M. Troost.

« Les méthodes de Minéralogie synthétique ont permis de reproduire, non seulement la plupart des espèces minérales dans leur état actuel, mais encore de nouveaux composés qui en dérivent par remplacement d'un ou plusieurs éléments. Certaines espèces naturelles sont devenues ainsi les types de familles nombreuses de corps, présentant entre eux une similitude complète de forme cristalline et de composition chimique et qui prennent naissance dans des conditions pareilles.

» De toutes les séries réalisées par cette voie, la plus frappante est peut-être celle des apatites et des wagnérites artificielles. H. Sainte-Claire Deville et Caron avaient commencé par substituer à la chaux et à la magnésie de ces chlorophosphates diverses bases, telles que la baryte, la strontiane, le manganèse et le fer. Plus tard, H. Debray et M. Lechartier ont pu produire des apatites arséniées, tandis que M. Hautefeuille réussissait à former des chlorovanadates isomériques avec la wagnérite. Enfin, M. Ditte, généralisant encore cette méthode, est parvenu à obtenir un groupe de composés appartenant tous au type cristallin de l'apatite ou de la wagnérite, en y remplaçant le chlore par du brome, de l'iode ou du fluor.

» Nous avons pensé que d'autres espèces minérales seraient aptes à engendrer par substitution de nouveaux groupes de corps isomorphes. Par la complexité de sa molécule, où le borate de magnésie est associé au chlorure de magnésium, la boracite offre quelque analogie avec l'apatite et la wagnérite, et nous avons tenté d'y remplacer le magnésium et le chlore par d'autres éléments. L'expérience a justifié nos prévisions. Nous publions aujourd'hui, comme exemple, nos résultats relatifs au chloroborate de fer.

» La méthode que nous avons suivie dans tous ces essais consiste à faire réagir au rouge un chlorure métallique en vapeurs sur le borate de chaux naturel ou mieux sur le boronatrocalcite. Nous avons constaté en effet que, d'une façon générale, on n'obtient pas de produits cristallisés par fusion directe du borate de chaux avec les chlorures. Dans le cas du chloroborate de fer, cette réaction devenait d'une application délicate par

suite du peu de volatilité du chlorure ferreux. Nous avons réussi à tourner la difficulté à l'aide de l'artifice suivant.

» On étire à la lampe un long tube de verre vert d'un assez grand diamètre et l'on y introduit, par l'extrémité restée ouverte, du perchlorure de fer anhydre qu'on tasse en une colonne de $0^m,20$ à $0^m,25$ dans la partie voisine de la pointe effilée; on maintient en place le perchlorure à l'aide d'un tampon d'amiante, puis on dispose dans la partie antérieure du tube un mélange de quelques grammes de borate de chaux avec un grand excès de pointes de Paris ou de fil de clavecin noué en petits paquets. Pendant toute la durée de l'expérience, on fait passer dans le tube, par la pointe effilée, un courant lent d'acide carbonique sec; quand l'appareil est bien purgé d'air, on chauffe au rouge sur une grille à gaz la portion du tube qui renferme le borate de chaux, puis, à l'aide d'une petite étuve à air, on porte jusque vers 330° la colonne de perchlorure de fer dont on détermine ainsi la distillation rapide. Au contact du fil de fer, le chlorure ferrique se transforme en protochlorure qui réagit aussitôt sur le borate de chaux. Après une heure de chauffe, la transformation est totale. On retire alors le feu et, dès que le tube est refroidi, on détache à l'aide d'un trait de lime la partie qui renferme la boracite, puis on la plonge dans une éprouvette remplie d'eau distillée. Le chlorure ferreux se dissout bientôt; il devient dès lors facile de séparer la boracite du fer inattaqué et de la purifier par des lavages à l'eau bouillante.

» La composition du produit correspond sensiblement à celle d'une boracite dont le magnésium aurait été remplacé par du fer, et concorde avec la formule

$$6FeO, 8Bo^2O^3, FeCl^2$$ (1).

Toutefois, l'analyse montre qu'une petite proportion de chaux y remplace isomorphiquement une quantité équivalente de protoxyde de fer.

» Le chloroborate de fer cristallise en cubes transparents d'une couleur grisâtre et qui agissent sur la lumière polarisée. Cette propriété optique montre que ces cristaux, comme ceux de la boracite naturelle, présentent en réalité une symétrie pseudo-cubique. Ils se dissolvent lentement dans l'acide nitrique et sont rapidement désagrégés par les carbonates alcalins en fusion.

» En faisant passer sur le borate de chaux porté au rouge des vapeurs de chlorures de zinc et de cadmium, nous avons obtenu des cristaux pseudo-cubiques de boracites nouvelles. Nous nous occupons en ce moment de réaliser la formation, par un procédé analogue, des chloroborates de nickel, de cobalt et de manganèse.

---

(1) Calculé : $FeCl^2$ 11,35; FeO 38,59.

Trouvé : $FeCl^2$ 12,68, 12,72; FeO 34,41, 34,65; CaO 2,60.

Si l'on tient compte que 2,60 de CaO équivalent à 3,34 de FeO, on aura, en calculant la somme des bases en FeO, $S = 34,65 + 2,60 = 37,89$, ce qui concorde approximativement avec le nombre théorique. On remarquera que les résultats analytiques indiquent dans le chloroborate un léger excès de chlorure de fer. Celui-ci, par suite de sa faible volatilité, reste interposé entre les lamelles cristallines comme l'eau mère dans un certain nombre de cristaux.

» Nous publierons prochainement le résultat de nos recherches pour substituer le brome, l'iode et le fluor au chlore des boracites, comme M. Ditte a réussi à le faire pour les apatites et les wagnérites. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la combinaison du brome avec quelques substances non saturées de la série grasse.* Note de MM. **W. Louguinine** et **Irv. Kablukov.**

« Les recherches dont nous publions actuellement la première partie ont pour but de combler une lacune importante dans la Thermochimie et de déterminer les chaleurs dégagées dans la combinaison du brome avec les substances non saturées.

» Nous communiquons actuellement les résultats de nos expériences sur les chaleurs de combinaison du brome avec quelques substances non saturées de la série grasse. Nous nous sommes servis, dans ces recherches, du laboratoire en platine de M. Berthelot, décrit dans le Tome I (p. 239) de la *Mécanique chimique*. Nous opérions de la manière suivante : Le laboratoire soigneusement desséché et fermé par des bouchons était pesé d'abord vide et puis avec à peu près 80^{gr} de CCl^4, dont nous nous servions comme dissolvant; nous avions choisi, dans ce but, CCl^4, vu que le brome n'agit pas sur cette substance et qu'un dissolvant était absolument nécessaire, car autrement la réaction se produisait avec trop de violence et était accompagnée de substitutions du brome dans la substance étudiée. Nous introduisions dans le laboratoire une quantité déterminée de la substance étudiée dont nous prenions généralement un certain excès.

» Le laboratoire avec la substance était également pesé. Le brome était pesé avec une précision de $\frac{1}{10}$ de milligramme, dans une ampoule de verre terminée par un tube. Cette ampoule était placée au fond du laboratoire et le tube passait par une ouverture du bouchon parafiné qui formait le col du laboratoire. Le bouchon était traversé en outre par une tige de platine assez forte, à la partie inférieure de laquelle était fixé un petit agitateur hélicoïdal qui servait à mélanger les substances placées dans le laboratoire pendant la réaction. Dans les ailes de cette petite hélice nous avions établi deux ouvertures traversées par la tige de l'ampoule à brome audessus de laquelle l'hélice était immédiatement placée. Le laboratoire ainsi installé était fixé dans un calorimètre contenant à peu près 1300^{gr} d'eau, dans laquelle il plongeait complètement; il ne ressortait de l'eau qu'une partie de la tige de l'agitateur et du tube en verre de l'ampoule.

» L'expérience calorimétrique se faisait de la manière usuelle; immédiatement après la dixième lecture de la période initiale, on frappait avec un léger marteau de bois le bout du tube de l'ampoule qui se brisait en heurtant le fond du laboratoire; immédiatement après, on mélangeait le contenu du laboratoire à l'aide de l'agitateur de platine plongé dans le laboratoire, la réaction se produisait assez vite et la période principale de l'expérience ne durait guère que sept minutes et au plus douze. Le calcul des résultats des expériences se faisait de la manière habituelle, en appliquant la correction pour le refroidissement calculée par la méthode Regnault; cette correction ne dépassait guère 2 à 3 pour 100 de l'élévation de température totale; elle n'a atteint que deux ou trois fois 6 pour 100. L'expérience était calculée en prenant les substances mises en réaction et le produit de la réaction dissous dans le chlorure de carbone; la chaleur spécifique de ce dernier nous étant inconnue, nous n'avons pas cru faire une erreur appréciable en admettant pour elle la valeur que Kopp a trouvée pour C^2Cl^6. Comme contrôle de nos expériences, nous avons soumis le produit de la réaction à deux différents modes d'analyses.

» On les distillait sous une faible pression (80^{mm}) pour éloigner le dissolvant et l'excès de substance mise en réaction, on déterminait le brome dans le résidu par la méthode Carius et l'on introduisait dans le laboratoire, sans le déboucher, de l'eau, et, en agitant fortement, on faisait dissoudre le HBr qui pouvait s'être formé; puis on recueillait dans un flacon le contenu du laboratoire et on déterminait HBr par titration.

» Nous avons étudié ainsi :

» 1° Le triméthyléthylène; 2° l'hexylène; 3° le diallyle; 4° l'alcool allylique; 5° le bromure d'allyle.

a. Le *triméthyléthylène,* soigneusement fractionné et distillant de 38° à 38°,5, nous a donné pour la réaction $C^5H^{10} + Br^2 = C^5H^{10}Br^2$, comme moyenne de trois expériences : $27\,285^{cal}$ pour 1^{mol} en gramme. L'expérience extrême diffère de cette moyenne de moins de $\frac{1}{9}$ pour 100 ; dans cette réaction il y avait à peine des traces de HBr dégagé; l'analyse par la méthode Carius a également donné des chiffres très satisfaisants; la réaction a été, pour certains cas, tout à fait nette [1].

---

[1] M. Berthelot a obtenu : C^2H^4 (gaz) + Br^2 liq. = $C^2H^4Br^2$ liq. : + $29^{Cal},3$ (*Ann. de Chimie et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 296; 1876 : nombre en réalité plus faible, si l'on suppose les autres carbures gazeux, ce qui donnerait avec C^5H^{10} un nombre voisin de 32,5.

» *b.* L'*hexylène* avait été soigneusement fractionné; la portion distillant entre 68°-68°,5 nous a donné pour la réaction et la molécule en gramme : $C^6H^{12} + Br^2 = C^6H^{12}Br^2$ 28843^cal; moyenne de trois expériences ne différant de l'expérience extrême que de $\frac{1}{3}$ pour 100.

» Dans ces expériences il a été dégagé de 0°,15 à 0°,37 pour 100 du brome total à l'état de HBr.

» *c.* Le *diallyle* pris pour l'expérience distillait à 59°,25.

» Dans ce cas un excès de substance pouvait amener des erreurs notables, car il pouvait se produire à côté de $C^6H^{10}Br^4$ également $C^6H^{10}Br^2$; c'est pourquoi nous n'avons pris qu'une quantité de diallyle correspondant exactement à la quantité de brome employé. Nous avons obtenu pour la réaction $C^6H^{10} + 2Br^2 = C^6H^{10}Br^4$ pour 1 molécule en gramme 56114^cal (56114), moyenne de trois expériences ne différant de l'expérience extrême que de 0°,45 pour 100.

» La quantité de brome dégagé à l'état de HBr variait de 0,4 à 0,6 pour 100.

» *d.* L'*alcool allylique*, étudié par nous, distillant de 95°,7 à 96° nous a donné pour la réaction $C^3H^6O + Br^2 = C^3H^6Br^2O$ 27732^cal, moyenne de deux expériences différant des deux expériences d'à peu près 4° pour 100; malheureusement, dans ce cas, la réaction n'est pas nette, car il se dégage une quantité de HBr formant jusqu'à 2,6 pour 100 de la quantité totale du brome employé.

» *f.* Le *bromure d'allyle*, qui a servi à nos expériences, distille à 69°,75. Dans l'étude de ce corps il faut employer moins de dissolvant que pour les précédents et en prendre un peu moins de 50^gr, car autrement la réaction devient trop lente. En employant la quantité indiquée, on ne trouve qu'une quantité très petite de HBr (à peu près 0,15 pour 100). Dans cette réaction il reste toujours une certaine quantité de Br non combinée que nous avons déterminée par titration et soustrait de la quantité totale de brome pris en réaction; nous avons trouvé que la quantité de chaleur dégagée dans la réaction pour 1 molécule en gramme

$$C^3H^5Br + Br^2 = C^3H^5Br^3 : 26695^{cal};$$

moyenne différant de l'expérience extrême d'à peu près 1 pour 100.

» Nous croyons pouvoir conclure de ces expériences :

» 1° Que la chaleur dégagée dans la combinaison du brome aux hydrocarbures étudiés croît quand on monte dans la série des homologues;

» 2° Que la présence d'un atome Br remplaçant H dans les hydrocar-

bures non saturés que nous avons étudiés ralentit considérablement la vitesse de la réaction d'addition du brome;

» 3° Qu'en présence du groupe OH la réaction d'addition cesse d'être nette et est accompagnée d'une réaction de substitution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le licarhodol dérivé du licaréol.* Note de M. **Ch. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« La réaction de l'anhydride acétique sur le licaréol à 150°, en vase clos, fournit, en même temps que le licarène actif, une forte proportion d'un éther acétique qu'il est aisé d'obtenir très pur par quelques rectifications dans le vide.

» Cet éther répond à la formule brute $C^9H^{15}{-}CH^2OC^2H^3O$; c'est un liquide incolore, insoluble dans l'eau, doué d'une forte odeur d'angélique, bouillant à 135° sous une pression de $21^{mm},5$. Sa densité, à 0°, est égale à 0,9298. Ses indices de réfraction sont

$$n_r = 1,4594, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4734, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 19°,5.

» Il agit faiblement sur la lumière polarisée, et donne une rotation de — 0°32′, sous une épaisseur de $0^m,2$. La dissolution alcoolique de potasse saponifie très rapidement cet éther et met en liberté un nouvel alcool auquel j'ai donné le nom de *licarhodol*.

» Le licarhodol a donné à l'analyse des chiffres conduisant à la formule $C^{10}H^{18}O$. Il se présente sous forme d'un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau, répandant une forte odeur de roses.

» Il bout à 122° sous une pression de 19^{mm}, sa densité à 0° est égale à 0,8952; ses indices à la température de 15°,3 sont

$$n_r = 1,4740, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4893, \qquad \lambda_b = 452,6.$$

» Sous une épaisseur de $0^m,20$, il dévie de — 1° 14′ à la température de 20° 4.

» Par oxydation, le licarhodol donne un aldéhyde $C^{10}H^{16}O^2$, présentant les mêmes propriétés chimiques que ceux qui dérivent du licaréol

dans les mêmes circonstances; de même que ce dernier, il fixe 2 molécules de brome. Ses produits de décomposition, sous l'influence d'une oxydation énergique, sont identiques à ceux que fournit le licaréol.

» Enfin, par l'acide chlorhydrique sec, le licarhodol engendre un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$ dont les propriétés physiques et chimiques se confondent avec celles du dichlorhydrate de licarène.

» Le licarhodol présente donc la même composition et la même constitution que le licaréol, mais il en diffère par ses propriétés physiques, ainsi que le montre le Tableau ci-dessous :

		Licaréol.	Licarhodol.
Densité à 0°		0,8819	0,8952
Indices	n_r =	1,4635	1,4740
	n_b =	1,4775	1,4893
Point d'ébullition		198°-200°	225°-227°
		Actif.	très peu actif.

» Au point de vue chimique, l'action de l'anhydride acétique différencie nettement ces deux alcools; sous l'influence de ce réactif, le licarhodol se change intégralement dans son éther acétique, tandis que le licaréol donne le licarène $C^{10}H^{16}$ et l'éther acétique du licarhodol.

» Comme on le voit d'après ce qui précède, le licarhodol ne peut être envisagé que comme une forme stéréoisomérique stable du licaréol, et l'existence de ce stéréoisomère est une confirmation inattendue de la formule de constitution du licaréol, à laquelle je suis arrivé par des considérations d'ordre purement chimique. En effet, dans une Communication antérieure [1], j'ai représenté le licaréol par la formule

```
CH³   CH³
  \   /
   CH
    |
CH – C = CH²
||
CH – C – CH² OH
    /  \
   H    CH³
```

basée sur l'étude des réactions chimiques de ce corps et de ses produits

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1062; 1893.

de dédoublement. Cette formule contient le résidu éthylénique

$$\begin{matrix} CH- \\ \| \\ CH- \end{matrix}$$

en relation d'un côté avec le groupe $-\underset{\underset{\displaystyle CH^3\quad CH^3}{\diagdown\,\diagup}}{\overset{}{}}$ …

$$\begin{matrix} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \; \diagup \\ CH \\ | \\ -C=CH^2 \end{matrix}$$

et de l'autre avec le groupe $-C-CH^2OH$ (avec H et CH^3 sur le C); c'est donc celle d'un corps appartenant à la catégorie des dérivés éthyléniques représentés par la formule générale

$$\begin{matrix} CH\,R \\ \| \\ CH\,R'. \end{matrix}$$

» Or il est parfaitement établi actuellement que les composés possédant cette structure présentent l'isomérie stéréochimique. L'acide fumarique et l'acide maléique sont les types de ce genre d'isomérie ; dans le cas présent, le licaréol, forme naturelle, correspond à l'acide fumarique, tandis que le licarhodol, forme artificielle, répond à l'acide maléique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfite de soude sur les sels d'amidophénols. Nouveau mode d'obtention d'amidophénols à partir de leurs sels.* Note de MM. **Aug. Lumière** et **A. Seyewetz.**

« On sait que les amidophénols sont difficilement isolables à l'état pur, à partir de leurs sels, à cause de la facilité avec laquelle ils absorbent l'oxygène de l'air dès qu'on les met en liberté par un alcali ou un carbonate alcalin. Il n'a même pas été possible jusqu'ici, en opérant ainsi, d'isoler les diamidophénols et les triamidophénols. On a obtenu des corps noirs et goudronneux dont l'étude des propriétés n'a pu être possible.

» Nous sommes arrivés à isoler plusieurs amidophénols à l'état pur, en utilisant, pour la décomposition de leurs sels, un corps à réaction alcaline faible, le sulfite neutre de soude, qui, grâce à ses propriétés réductrices, empêche l'oxydation de la base formée.

» Cette réaction n'est utilisable qu'autant que l'amidophénol formé est

peu soluble dans les solutions aqueuses de sulfite de soude et qu'il possède une basicité suffisamment faible pour ne pas se combiner à l'acide sulfureux. Dans le cas contraire, c'est le sulfite de la base qui prend naissance, avec d'autant plus de facilité, du reste, qu'il est moins soluble dans les solutions de sulfite de soude. C'est ce qui a lieu, comme nous le verrons plus loin, pour le *triamidophénol*. Nous n'avons étudié cette réaction que sur les sels des trois amidophénols suivants : le *paramidophénol* (1.4), le *diamidophénol* (1.2.4) et le *triamidophénol* (1.2.4.6), nous réservant de l'appliquer d'une façon plus générale aux isomères de ces corps. Ces sels, ainsi que le paramidophénol, base libre, ont acquis dans ces derniers temps une réelle importance industrielle à cause de leur emploi comme *développateurs photographiques*.

» 1° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de paramidophénol.* — Si l'on traite une solution aqueuse concentrée de chlorhydrate de paramidophénol par un excès de solution saturée de sulfite de soude, il se précipite aussitôt des paillettes cristallines blanches, qui, si la précipitation a lieu lentement, présentent un aspect nacré caractéristique. Ces cristaux recueillis, essorés, lavés à l'eau froide, puis séchés sur une brique poreuse d'abord et ensuite vers 30° ou 40°, fondent à 184° et possèdent toutes les propriétés du paramidophénol, décrites par Beilstein [1].

» On peut admettre que la réaction a lieu d'après l'équation suivante :

$$C^6H^4\begin{cases}NH^2(HCl) & (1)\\ OH & (4)\end{cases} + SO^3Na^2 = C^6H^4\begin{cases}NH^2 & (1)\\ OH & (4)\end{cases} + NaCl + SO^3HNa.$$

» En employant des quantités équimoléculaires de chlorhydrate de paramidophénol et de sulfite de soude en solutions aqueuses froides saturées, on obtient sensiblement le rendement théorique en base libre. Ainsi préparée, cette base, bien que blanche au début, noircit lentement à l'air. On peut éviter cette altération et obtenir un produit se conservant indéfiniment blanc en employant, pour la précipitation et le lavage du précipité, du sulfite de soude à réaction légèrement acide à la phénolphtaléine, puis recueillant le précipité sur filtre et le desséchant sur brique poreuse et à l'étuve vers 40°-50°.

» 2° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de diamidophénol* (1.2.4). — Le diamidophénol étant assez soluble dans les solutions de sulfite de

(1) *Handbuch der organ. Chemie*, t. II, p. 463.

soude, il faut, pour que la base prenne naissance, opérer la précipitation dans une solution rigoureusement saturée de sulfite de soude, contenant même quelques cristaux non dissous.

» On dissout dans 500^{cc} d'une solution de sulfite de soude à 25 pour 100 additionnée d'acide sulfureux jusqu'à réaction légèrement acide à la phénolphtaléine : 100^{gr} de chlorhydrate de diamidophénol ; la dissolution a lieu aussi facilement que dans l'eau seule, puis on ajoute dans la solution du sulfite de soude pulvérisé, jusqu'à ce qu'il en reste un excès non dissous dans le liquide. Après une ou deux minutes, on voit se précipiter de petites paillettes blanches qui envahissent peu à peu toute la masse du liquide. Si l'on isole ces cristaux par filtration, essorage et séchage sur une brique en plâtre, ils restent blancs à peine quelques minutes et deviennent spontanément brun-noir. On peut les conserver blancs après les avoir rapidement séchés, en les enfermant dans un flacon plein d'acide sulfureux : 100^{gr} de chlorhydrate de diamidophénol donnent 45^{gr} de substance.

» *Propriétés.* — Ce corps, extrêmement altérable à l'air, fond à 78°-80° en se décomposant. Il est assez soluble dans l'eau froide. Après lavage avec un peu d'eau froide, pour enlever le sulfite qui l'imprègne, nous avons constaté que ce corps ne renfermait ni soufre, ni chlore, ni soude. Son analyse ne peut être effectuée, à cause de sa très grande altérabilité, mais toutes ses propriétés nous permettent de conclure qu'on se trouve en présence du diamidophénol libre. Ce corps est assez soluble dans l'alcool, l'acétone, peu soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme, facilement soluble dans les acides et les alcalis. Toutes ces solutions se colorent en brun rouge à l'air. La solution aqueuse et celle dans les alcalis sont particulièrement avides d'oxygène. La solution aqueuse, additionnée de potasse ou de soude, se colore en rouge foncé à l'air et en bleu indigo si elle est additionnée d'ammoniaque.

» L'acide oxalique transforme la base en une poudre blanche, insoluble dans l'eau, peu altérable à l'air, qui est probablement un oxalate de diamidophénol et que nous nous proposons d'étudier spécialement.

» 3° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de triamidophénol* (1.2.4.6). — Si l'on fait une solution concentrée de chlorhydrate de triamidophénol [1] et qu'on l'additionne d'un excès de solution aqueuse

---

[1] Obtenu par réduction de l'acide picrique.

saturée de sulfite de soude, il se forme, après quelques minutes, un abondant précipité blanc. Ce corps, qui est très peu soluble dans l'eau froide, l'alcool, est lavé à l'eau froide par décantation, puis essoré, séché sur briques et finalement à l'étuve vers 40°-50°.

» 30^{gr} de chlorhydrate de triamidophénol donnent 20^{gr} de précipité.

» *Propriétés.* — Ce corps se présente en paillettes blanches, fondant à 120°-121°, en dégageant de l'acide sulfureux. Il se dissout vers 30° ou 40° dans les acides en dégageant de l'acide sulfureux, ainsi qu'à froid dans les alcalis. Toutes ces solutions absorbent plus ou moins rapidement l'oxygène de l'air : celles dans la potasse ou la soude se colorent en rouge intense à l'air et, dans l'ammoniaque, en bleu indigo. Ce corps, que nous avons reconnu ne renfermer ni chlore, ni soufre, a été soumis à un dosage de soufre. Voici les résultats du dosage :

Trouvé.. 14,1 pour 100 de soufre

Calculé pour la formule $C^6H^2 \begin{cases} /OH \\ -NH^2 \\ -NH^2 \\ \backslash NH^2 \end{cases} (SO^3H^2)$.......... 14,7 pour 100

» C'est donc un *sulfite de triamidophénol* et non la base libre qui prend naissance par l'action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de triamidophénol, probablement parce que le triamidophénol est une base plus énergique que les mono et diamidophénols. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ptomaïne extraite des urines dans l'eczéma.* Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Brown-Séquard.

« La méthode qui m'a permis d'extraire cette ptomaïne urinaire a déjà été décrite dans les *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 656.

» Cette base est une substance blanche, cristalline, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline. Elle forme un chlorhydrate, un chloraurate et un chloroplatinate cristallisés; elle donne un précipité brunâtre avec l'acide phosphotungstique, jaunâtre avec l'acide phosphomolybdique, jaune avec l'acide picrique, jaunâtre avec le nitrate d'argent. Le chlorure mercurique forme avec elle un précipité verdâtre. Elle est aussi précipitée par le réactif de Nessler.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	0gr,4372
CO^2	1gr,0396
H^2O	0gr,4602
Substance employée	0gr,0793
Volume d'azote	7cc,6
Température	21°
Pression barométrique	742mm,5

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^7H^{15}AzO$.
Carbone	64,94	»	65,12
Hydrogène	11,74	»	11,63
Azote	»	10,65	10,85
Oxygène	»	»	12,40

» Ces résultats assignent la formule $C^7H^{15}AzO$ à cette nouvelle ptomaïne.

» Cette base est vénéneuse. Une solution de cette ptomaïne (dans l'eau stérilisée), injectée sous la peau d'un lapin, produit une inflammation catarrhale au point d'injection, une forte fièvre, et finalement la mort.

» Cette ptomaïne, que j'ai nommée l'*eczémine*, ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie infectieuse. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la δ-achroglobine, globuline respiratoire contenue dans le sang de quelques Mollusques*. Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Brown-Séquard.

« J'ai déjà décrit trois globulines incolores, qui possèdent les propriétés d'oxygénation et de désoxygénation. Ces globulines incolores sont :

» L'α-achroglobine du sang de la *Patella* (1);

» La β-achroglobine du sang des *Chitons* (2);

» La γ-achroglobine du sang des *Tuniciers* (3).

(1) *Comptes rendus*, t. CXV p. 259.
(2) *Ibid.*, t. CXV, p. 474.
(3) *Ibid.*, t. CXV, p. 738.

» J'ai extrait une quatrième globuline du sang de quelques espèces de la *Doris*, et elle a été nommée δ-*achroglobine*.

» La méthode qui m'a permis d'extraire la globuline respiratoire du sang de la *Doris* a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXV, p. 259. La moyenne de trois analyses m'a conduit à la formule brute

$$C^{659}H^{792}Az^{165}SO^{153}.$$

» La δ-achroglobine existe à deux états, c'est-à-dire à l'état de δ-oxyachroglobine et de δ-achroglobine réduite. J'ai trouvé, en employant la pompe à mercure, que 100^{gr} de cette globuline respiratoire absorbent 125^{cc} d'oxygène, à 0° et 760^{mm}.

» Quand elle est dissoute dans une solution diluée de sulfate de magnésium, son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est $[\alpha]_D = -54^{\circ}$.

» La δ-achroglobine se combine avec le méthane, l'acétylène et l'éthylène :

» CH^4 + δ-achroglobine est une combinaison jaunâtre;

» C^2H^2 + δ-achroglobine est une combinaison verdâtre;

» C^2H^4 + δ-achroglobine est une combinaison brunâtre.

» Ces combinaisons sont dissociables dans le vide. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Plankton de la lagune nord de Jan Mayen.* Note de M. G. Pouchet.

« L'île de Jan Mayen présente, sur la côte nord et sur la côte sud, deux lagunes dont la constitution est la même; ce sont des lacs d'eau douce alimentés par les torrents qui tombent des glaciers environnants. Une digue étroite de sable et de galets sépare chaque lagune de la mer et en maintient les eaux à quelques mètres au-dessus du niveau de celle-ci. La lagune du sud est de formation récente; c'est une ancienne baie où les navires hollandais venaient autrefois mouiller. La lagune du nord, au contraire, est de formation ancienne, comme l'atteste la quantité considérable de bois flotté qui couvre aujourd'hui la digue.

» A l'époque (27 juillet 1892) où *la Manche*, sous les ordres du commandant Bienaimé, visita Jan Mayen, la lagune du nord était encore en partie couverte de glace, tandis que la mer environnante était complètement libre.

» Le commandant Bienaimé, à ma demande, voulut bien faire transporter sur la lagune un *berton* au moyen duquel je pus pratiquer une pêche de surface au filet fin sur les eaux centrales.

» Les circonstances ne nous permettaient pas de faire plus. Cette pêche avait un certain intérêt. L'expédition autrichienne, ne disposant pas d'ailleurs de filets aussi fins que les nôtres, n'avait pu reconnaître dans ces eaux douces l'existence d'aucun être vivant. Une pêche longtemps prolongée nous a prouvé que le Plankton y est d'une extraordinaire pauvreté.

» Malgré le temps exceptionnellement long pendant lequel nous avons traîné notre filet (c'était l'après-midi, par un ciel clair), il n'a presque rien rapporté. Nous avons fait de la pêche deux parts, dont une fut réservée en cas de perte ou d'accident de la seconde adressée à M. le comte Wilczek, afin qu'il fît faire lui-même l'étude de ce complément à la faune de l'île à laquelle son nom reste désormais attaché. M. le comte Wilczek s'en est remis à nous de ce soin. Nous résumons ici l'examen de cette pêche, la première qu'on ait faite à Jan Mayen, et dont le détail paraîtra dans le Volume, actuellement sous presse, que publie le Gouvernement sur le voyage de la *Manche*. Nous y avons trouvé :

» 1° Une Conferve et des débris de Siphonées (d'après les indications de M. Hariot, assistant au Muséum); 2° les kystes muqueux d'un Péridinien (probablement un *Gymnodinium*) mais dont nous n'avons pas trouvé d'individus libres; 3° des Infusoires voisins des Paramécies, d'autres voisins des Actinophrys, *Dinobryon Sertularia*, Ehr.; 4° des Rotifères qui sont ici les êtres dominants : *Anurea aculeata*, Ehr., *Polyarthra trigla*, Ehr., *Hydatina senta* (?); 5° un Tardigrade : le *Macrobiotus* de Dujardin; 6° une Anguillule; 7° un crustacé Copépode. Encore celui-ci n'est-il représenté dans nos préparations que par des mues très peu nombreuses d'individus non adultes et que l'on peut rapporter à une espèce du genre *Mesochra* (renseignement communiqué par M. E. Canu).

» Cette énumération d'êtres vivants rapportés par une seule pêche de surface si prolongée qu'elle ait été, et faite l'après-midi par un ciel clair, n'est évidemment pas complète. Elle suffit cependant à classer l'eau douce de la lagune du nord de Jan Mayen parmi les plus pauvres en Plankton que l'on puisse citer. »

ZOOLOGIE. — *Dimorphisme dans le développement des Hémosporidies* (¹). Note de M. **Alphonse Labbé**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nos recherches sur les Hémosporidies nous ont amené à observer chez *Drepanidium ranarum*, parasite intraglobulaire des Grenouilles (*Rana esculenta*) et chez *Drepanidium Danilevskii*, parasite du sang des Lézards (*Lacerta agilis, L. ocellata, L. viridis*), un double mode de reproduction, qui se traduit par une différence essentielle entre les spores (*macrospores, microspores*). Les cytocystes qui contiennent ces spores ne possèdent pas de membrane propre; lorsqu'ils sont contenus dans un leucocyte, ce qui n'est pas fréquent, le protoplasma de ce leucocyte, refoulé, forme la membrane même du cytocyste. Dans le cas général où le cytocyste est contenu dans un globule sanguin, la membrane kystique est formée par la mince paroi de globuline, seul vestige de l'hématie, le noyau ayant le plus souvent disparu. Le noyau du parasite prolifère et donne naissance à de très nombreux noyaux superficiels : je n'ai encore pu, vu l'extrême petitesse de ces noyaux, observer de mitose, bien que quelquefois deux noyaux soient encore réunis par un court filament chromatique. Cette prolifération de noyaux est le prodrome d'une segmentation du contenu du kyste qui se divise directement en sporozoïtes.

» Ces sporozoïtes varient suivant que l'on se trouve en présence d'un *cytocyste à macrospores* ou d'un *cytocyste à microspores*.

» Les premiers, que l'on rencontre dans la rate, les reins, la moelle des os, le foie, sont de taille très variable et se développent souvent dans les leucocytes. Les sporozoïtes, dans les deux espèces de *Drepanidium* cidessus indiquées, ont de 5 à 7 μ; tantôt il n'y en a que de 4 à 6 dans un même cytocyste; tantôt il s'en trouve 15 ou 20, groupés autour d'un ou deux reliquats de segmentation, comme les corpuscules falciformes des *Eimeria* ou des *Klossia :* dans ce cas, le cytocyste peut atteindre 18 à 20 μ (chez les Lézards). Ces derniers cytocystes, seuls connus jusqu'ici, répondent à ceux déjà décrits chez les Lézards par le Dr Pfeiffer. Les sporozoïtes sont ovalaires, avec un centre chromatique déjà formé.

» Tout autres sont les *cytocystes à microspores* que nous avons pu ob-

(¹) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de la Sorbonne.

server, chez les Grenouilles et chez les Lézards, dans le foie et la rate de ces animaux. Ils ont environ de 20 à 25 μ chez *Drepanidium ranarum*, de 20 à 30 μ chez *D. Danilevskii*, et peuvent donner jusqu'à cinquante ou soixante sporozoïtes, très petits, ayant seulement de 3 à 5 μ, allongés comme des bactéries, mais pourvus d'une tache nucléaire. Il y a toujours un, quelquefois deux reliquats de segmentation. Dans ce dernier cas, l'orientation des sporozoïtes autour de ces reliquats fait supposer que l'on se trouve en présence de cytocystes doubles, dérivant vraisemblablement d'une conjugaison (1).

» Il y a donc un dimorphisme très marqué dans la sporulation des Drépanidiens.

» Il n'est pas moins intéressant de constater l'époque à laquelle on rencontre les deux sortes de cytocystes. En effet, tandis que les cytocystes à macrospores se rencontrent aussi bien au printemps qu'à l'automne, c'est seulement au début de l'été, vers les mois de mai et juin, que l'on peut trouver les cytocystes à microspores, c'est-à-dire au moment où la vie active recommence pour les Drépanidiens, qui circulent alors par milliers dans le sang des animaux infestés. A l'infection chronique vient donc se superposer une infection aiguë, se traduisant par véritables poussées parasitaires, chaque éclosion de cytocystes à microspores mettant en circulation un bien plus grand nombre de germes que les cytocystes chroniques.

» Le dimorphisme que nous venons d'établir peut jeter un nouveau jour sur plusieurs questions de l'histoire des Sporozoaires. Nous nous réservons de chercher si l'hypothèse d'un dimorphisme analogue ne serait pas applicable aux *Cytamœbiens* (parasites de la malaria de l'homme et des oiseaux) qui forment un groupe si voisin de celui que nous étudions.

» Quant aux Coccidies, malgré de nombreuses observations, nous n'avons pu constater de double développement, bien que nous ayons observé de vraies poussées infectieuses aiguës. Aussi, quoique les faits précédents semblent un appoint à la théorie si vivement combattue du Dr Pfeiffer, il faut se garder de trop tôt généraliser des observations isolées, et conclure que *tous* les Sporozoaires, à l'exception des Grégarines, ont un mode de développement double (*Schwärmercysten* et *Dauercysten*). »

---

(1) Nous avons pu retrouver chez le *D. Danilevskii* une *conjugaison latérale* toute semblable à celle que nous avons déjà signalée chez *D. ranarum*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des brumes odorantes observées sur les côtes de la Manche*. Note de M. S. Jourdain.

« J'ai eu fréquemment l'occasion d'observer des brumes odorantes sur les côtes du Calvados et de la Manche.

» Ces brumes se montrent dans la belle saison, au printemps en particulier. Sans exception, elles sont apportées par les courants de nord-est; jamais je ne les ai vues se produire dans une autre aire de vent. Elles apparaissent surtout dans la matinée. Leur durée est variable. Elles peuvent persister une partie de la journée ou se faire sentir pendant quelques minutes seulement.

» Le terme de *brume* appliqué à ce phénomène n'est pas rigoureusement exact; il n'y a pas, en effet, de brume à proprement dire. Il existe alors dans l'atmosphère une légère vapeur d'un gris bleuâtre, qui étend comme un glacis sur les objets éloignés. A ce moment l'air est très sec.

» L'odeur de cette brume est très caractéristique; c'est l'odeur dite de *charbon,* c'est-à-dire celle des gaz qui se dégagent du charbon de bois qui commence à s'allumer ou brûle incomplètement. C'est aussi celle des fours à chaux en activité, à tel point qu'à Bayeux on disait autrefois : « Le » temps est au beau, on sent les fours à chaux ». Il existait en effet au nord-est de cette ville des fours, aujourd'hui abandonnés, auxquels on rapportait les vapeurs odorantes répandues dans l'atmosphère. Je soupçonne que, dans l'air recueilli au moment où le phénomène se produit, l'analyse chimique décèlerait la présence des gaz qui se dégagent dans la combustion du charbon.

» J'ai observé ces brumes à Saint-Vaast-la-Hougue et à Portbail. La première de ces localités est située à la pointe nord-est de la presqu'île de Cotentin, l'autre sur la côte occidentale de cette même presqu'île. A Saint-Vaast le nord-est est un vent de mer et à Portbail un vent de terre. Les brumes de Saint-Vaast démontrent que ces effluves odorantes ne sont pas des émanations du sol. C'est, à mon avis, un phénomène cosmique.

» On peut se demander si ce phénomène n'exerce point une action quelconque sur l'organisme, admettant, comme je le suppose, que ces effluves contiennent des gaz toxiques, en petite quantité à la vérité. Peut-être ces gaz existent-ils normalement dans les courants de nord-est et deviennent-

ils sensibles à l'odorat quand leur proportion s'accroît. Dans la période de sécheresse que nous traversons, où le vent de nord-est règne sans discontinuité, les brumes odorantes sont devenues très fréquentes.

» J'ai observé d'autres effluves odorantes accompagnant de véritables brouillards, mais elles diffèrent beaucoup par leur odeur des brumes dont je viens de parler. »

M. **Teguor** adresse de Naples deux Notes, l'une relative au mouvement de rotation d'un corps solide, l'autre sur le théorème de Fermat dans le cas de l'exposant égal à 4.

M. **C. Huc** adresse un Mémoire sur « la matérialité de l'Électricité. »

M. **S. Bernheim** adresse une Note ayant pour titre : « Expérimentations alimentaires et hygiéniques faites à l'aide de la *solphine* ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mai 1893.

La Chimie au moyen âge, ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Tome I : *Essai sur la transmission de la Science antique au moyen âge*, etc. Tome II : *L'Alchimie syriaque*. Tome III : *L'Alchimie arabe*, etc. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 3 vol. in-4°.

Notice sur la vie et les travaux de Léon Lalanne, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Sénateur, par M. Chambrelent, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut. (Extrait

des *Annales des Ponts et Chaussées,* mai 1893.) Paris, Vve Ch. Dunod, 1893; 1 br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences. Vol. XXXe et XXXIe. Paris, J.-B. Baillière. Lyon, Ch. Palud, 1889-1890; 2 vol. gr. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Bulletin, Documents officiels. Statistiques. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Douzième année, n° 1. Paris, Imprimerie nationale, mars 1893; 1 fasc. gr. in-8°.

Annales de l'École de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille, publiées sous les auspices de la Municipalité. Années 1891 et 1892. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1892; 2 vol. gr. in-8°.

Étude sur la Théorie mécanique de la chaleur, par Ch. Brun, ancien ingénieur de la Marine. Paris, L. Baudoin, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Mathématiques et Mathématiciens. Pensées et curiosités recueillies par Rebière. Paris, Nony et Cie; 1893.

Métamorphoses de la chaleur. Thermodynamique élémentaire, etc., par D.-A. Casalonga, ingénieur civil. Paris. 1 br. in-8°.